



BEE2GETHER

O.3.1

**PER UNA TRANSIZIONE VERSO PRATICHE AGRICOLE
SOSTENIBILI E RISPETTOSE DELLA BIODIVERSITÀ**

O.3.1

**ZA PREHOD K TRAJNOSTNIM KMETIJSKIM PRAKSAM,
KI SO PRIJAZNE DO BIOTSKE RAZNOVRSTNOSTI**

O.3.1

**FOR A TRANSITION TOWARDS SUSTAINABLE AND
BIODIVERSITY-FRIENDLY AGRICULTURAL PRACTICES**



La pubblicazione è stata realizzata nell'ambito del progetto BEE2GETHER, cofinanziato dall'Unione Europea nell'ambito del Programma Interreg VI-A Italia-Slovenia

Publikacija je nastala v okviru projekta BEE2GETHER, ki ga sofinancira Evropska unija v okviru Programa Interreg VI-A Italija-Slovenija

The publication was realised in the framework of the BEE2GETHER project, which is co-financed by the European Union in the framework of the Interreg VI-A Italy-Slovenia Programme

Budget totale – Celoten znesek – Total budget 722,203.13€

FESR – ESRR – ERDF 577,762.50€

Durata – Trajanje – Duration 01.09.2023 - 31.08.2025

Testi / Besedila / Texts:

Lorenzo Furlan, Giulio Volpi - *Veneto Agricoltura*

Foto / Fotografija / Photos:

Archivio Veneto Agricoltura

Impaginazione grafica / Grafična postavitev / Graphic layout:

Federica Mazzuccato

Traduzione testi / Prevod besedila / Translation of texts by:

Andrew Bailey, Ingrid Cotič - *liberi professionisti*

Pubblicazione edita da / Publikacijo uredil / Publication edited by:

Veneto Agricoltura - Agenzia veneta per l'innovazione nel settore primario

Viale dell'Università, 14 - 35020 Legnaro (PD)

Tel. / št. 049 8293711 - Fax / faks 049 8293815

e-mail / e-pošta: ricerca@venetoagricoltura.org

www.venetoagricoltura.org

La presente pubblicazione è reperibile in formato elettronico all'indirizzo: www.ita-slo.eu/bee2gether

To objavo lahko najdete v elektronski obliki na naslovu: www.ita-slo.eu/bee2gether

This publication is available at the following link: www.ita-slo.eu/bee2gether

È consentita la riproduzione di testi, tabelle, grafici, ecc. previa autorizzazione da parte di Veneto Agricoltura, citando gli estremi della pubblicazione.

Dovoljena je reprodukcija besedil, tabel, grafik ipd. odvisno od dovoljenja Veneto Agricoltura, ki navaja podrobnosti objave.

Reproduction of texts, tables, graphics, etc. subject to authorization by Veneto Agricoltura, citing the details of the publication, is acknowledged.

Finito di stampare in Agosto 2025

Tiskanje končano avgusta 2025

Finished printing in August 2025

0.3.1

**PER UNA TRANSIZIONE VERSO PRATICHE AGRICOLE
SOSTENIBILI E RISPETTOSE DELLA BIODIVERSITÀ**

0.3.1

**ZA PREHOD K TRAJNOSTNIM KMETIJSKIM PRAKSAM,
KI SO PRIJAZNE DO BIOTSKE RAZNOVRSTNOSTI**

0.3.1

**FOR A TRANSITION TOWARDS SUSTAINABLE AND
BIODIVERSITY-FRIENDLY AGRICULTURAL PRACTICES**



Sommario



Agricoltura e sostenibilità ambientale.....	pag. 7
Agricoltura e biodiversità.....	» 11
Ruolo di fitofarmaci e fertilizzanti chimici di sintesi.....	» 17
Difesa Integrata (IPM).....	» 23
Agricoltura Conservativa Flessibile Olistica (ACFO)	» 37
<i>Un pacchetto olistico</i>	» 39
<i>Il più grande esperimento su scala reale di lungo termine sul futuro dell'agricoltura europea</i>	» 47
Il ruolo della PAC per la sostenibilità dell'agricoltura.....	» 55
<i>AKIS: un sistema per promuovere la sostenibilità</i>	» 61
Bibliografia	» 66



Kmetijstvo in okoljska trajnost.....	pag. 7	Agriculture and environmental sustainability..	pag. 6
Kmetijstvo in biotska raznovrstnos.....	» 11	Agriculture and biodiversity	» 10
Vloga fitofarmacevtskih sredstev in kemično-sintetičnih gnojil	» 17	Role of synthetic pesticides and chemical fertilizers.....	» 16
Integrirano Varstvo Rastlin – IVR.....	» 23	Integrated Pest Management (IPM)	» 22
Celostno, prilagodljivo, ohranitveno kmetijstvo	» 37	Holistic Flexible Conservation Agriculture	» 36
<i>Celosten sveženj ukrepov.....</i>	» 39	<i>A holistic package.....</i>	» 38
<i>Najobsežnejši dolgoročni eksperiment v realnih razmerah o prihodnosti evropskega kmetijstva</i>	» 47	<i>The largest long-term, full-scale experiment on the future of European agriculture</i>	» 46
Vloga SKP pri trajnostnem razvoju kmetijstva	» 55	The Role of the CAP for sustainability in agriculture	» 54
<i>AKIS – sistem za spodbujanje trajnosti</i>	» 61	<i>AKIS: a system to promote sustainability</i>	» 60
Bibliografija	» 66	Bibliography.....	» 66



Le interazioni tra sistemi agricoli e ambiente presentano un'elevata complessità, caratterizzata dalla presenza di numerose variabili biofisiche, socio-economiche e tecnologiche che influenzano l'interpretazione dei fenomeni e la formulazione di differenti approcci di gestione e normative.

Tuttavia, prima di affrontare il tema della sostenibilità ambientale della produzione agricola, è importante sottolineare come l'agricoltura, in quanto settore primario, abbia come funzione essenziale la produzione di derrate alimentari sicure e di qualità, in quantità adeguata a soddisfare il fabbisogno nutrizionale della popolazione. A tal proposito, può essere utile ricordare come l'agricoltura costituisca il principale strumento di attuazione dell'Obiettivo di Sviluppo Sostenibile n. 2 (SDG 02) dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite, che mira a porre fine alla fame, garantire la sicurezza alimentare, migliorare la nutrizione e promuovere sistemi produttivi sostenibili. Il settore agricolo, quindi, svolge un ruolo determinante non soltanto nel garantire la disponibilità di derrate alimentari in quantità adeguata, ma anche nel favorire l'accesso a prodotti sicuri e di elevato valore nutrizionale, elementi indispensabili per il raggiungimento di un equilibrio alimentare stabile a livello globale. Agenda 2030 ribadisce, inoltre, come l'agricoltura rappresenti anche una leva strategica per lo sviluppo economico e sociale delle aree rurali e per la riduzione della povertà. Il rafforzamento della produttività e della competitività dei piccoli produttori, unitamente al miglioramento delle infrastrutture e delle condizioni di accesso ai mercati, costituisce un obiettivo prioritario delle politiche volte a sostenere la sicurezza alimentare e a ridurre le disuguaglianze.

L'obiettivo SDG 2 implica quindi la necessità di promuovere modelli di produzione agricola realmente sostenibili e resilienti, capaci di preservare le risorse naturali, di ridurre gli impatti ambientali e di garantire il mantenimento del loro potenziale produttivo nel lungo periodo, in un contesto caratterizzato da crescente variabilità climatica e da pressioni sugli ecosistemi. In questo quadro, assume rilievo strategico anche la tutela della diversità genetica vegetale e animale, risorsa fondamentale per assicurare l'adattabilità futura dei sistemi agricoli e la sicurezza alimentare delle generazioni successive. Risulta quindi come il conseguimento dello SDG 2 dipenda in larga misura dalla capacità

Kmetijstvo in okoljska trajnost

Interakcije med kmetijskimi sistemi in okoljem so zelo kompleksne, saj jih zaznamujejo številne biofizikalne, družbeno-gospodarske in tehnološke spremenljivke, ki vplivajo na razumevanje pojavov ter oblikovanje različnih pristopov upravljanja in predpisov.

Pred obravnavo vprašanja okoljske trajnosti kmetijske proizvodnje, je pomembno poudariti, da ima kmetijstvo kot primarni sektor ključno vlogo pri zagotavljanju varne in kakovostne hrane v zadostnih količinah za pokrivanje prehranskih potreb prebivalstva. V zvezi s tem je koristno spomniti, da je kmetijstvo glavni instrument za uresničevanje cilja trajnostnega razvoja št. 2 (SDG 2) Agende 2030 Združenih narodov, katerega namen je odpraviti lakoto, zagotoviti prehransko varnost, izboljšati prehrano in spodbujati trajnostne proizvodne sisteme. Kmetijski sektor ima torej ključno vlogo ne le pri zagotavljanju zadostnih količin hrane, temveč tudi pri omogočanju dostopa do varnih živil z visoko hranilno vrednostjo, kar je bistvenega pomena za doseganje trajnega prehranskega ravnovesja na svetovni ravni. Agenda 2030 prav tako poudarja, da je kmetijstvo strateško orodje za gospodarski in družbeni razvoj podeželja ter za zmanjševanje revščine. Krepitev produktivnosti in konkurenčnosti malih kmetov, skupaj z izboljšanjem infrastrukture in pogojev za dostop do trgov, predstavlja enega glavnih ciljev politik, usmerjenih v podporo prehranski varnosti in zmanjševanju neenakosti.

Cilj SDG 2 zato vključuje spodbujanje resnično trajnostnih in odpornih modelov kmetijske proizvodnje, ki bodo varovali naravne vire, zmanjšali okoljske vplive ter zagotavljali ohranjanje njihove proizvodne zmogljivosti na dolgi rok, vse to v prostoru, ki ga zaznamujejo vse večja podnebna spremenljivost in pritiski na ekosisteme. V tem okviru je strateškega pomena tudi varstvo genetske raznovrstnosti rastlin in živali, ki je ključen vir za zagotavljanje prihodnje prilagodljivosti kmetijskih sistemov ter prehranske varnosti prihodnjih generacij. Iz tega izhaja, da je doseganje cilja trajnostnega razvoja št. 2 (SDG 2) v veliki meri odvisno od sposobnosti kmetijstva, da se preobrazi v bolj pravičen, inovativen in trajnosten sektor, ki zna združiti izrabo največjega potenciala v različnih pedoklimatskih pogojih na trajnosten način, kot je opisano zgoraj, z varovanjem okolja in vrednotenjem podeželskih skupnosti. Vključevanje teh ciljev v nacionalne in mednarodne

Agriculture and environmental sustainability

The interactions between agricultural systems and the environment are highly complex, involving numerous biophysical, socio-economic and technological variables that influence both the interpretation of processes and the formulation of different management approaches and regulatory frameworks.

However, before addressing the topic of the environmental sustainability of agricultural production, it is important to emphasize that agriculture, as a primary sector, has the essential function of producing safe, high-quality food products in quantities sufficient to meet the nutritional needs of the population. In this regard, it is useful to recall that agriculture represents the main means of achieving the United Nations' Sustainable Development Goal 2 (SDG 2) of Agenda 2030, which aims to end hunger, ensure food security, improve nutrition, and promote sustainable production systems. The agricultural sector therefore plays a crucial role not only in guaranteeing the availability of food in adequate quantities but also in ensuring access to safe products with high nutritional value, which are essential elements for achieving stable global dietary balance. Agenda 2030 also reaffirms that agriculture is a strategic lever for the economic and social development of rural areas and for poverty reduction. Strengthening the productivity and competitiveness of small-scale producers, together with improving infrastructure and market access conditions, constitutes a priority objective of policies that aim to support food security and reduce inequalities.

SDG 2 therefore implies the need to promote truly sustainable and resilient agricultural production models, capable of preserving natural resources, reducing environmental impacts, and maintaining productive capacity over the long term, within a context of increasing climate variability and pressure on ecosystems. In this framework, the protection of plant and animal genetic diversity is also of strategic importance, as it represents a fundamental resource for ensuring the future adaptability of agricultural systems and the food security of future generations. Achieving SDG 2 thus depends largely on the ability of agriculture to transform into a more equitable, innovative, and sustainable sector—one capable of expressing its productive potential across different pedoclimatic conditions in a



dell'agricoltura di trasformarsi in un settore più equo, innovativo e sostenibile, in grado di coniugare l'espressione delle massime potenzialità nelle diverse condizioni pedoclimatiche in modo come sopra definito sostenibile con la tutela dell'ambiente e la valorizzazione delle comunità rurali. L'integrazione di tali obiettivi nelle politiche nazionali e internazionali costituisce un passaggio imprescindibile per la realizzazione concreta dell'Agenda 2030 da perseguire attraverso modelli gestionali e pratiche colturali improntate alla sostenibilità, al fine di garantire la conservazione delle risorse naturali, la resilienza degli ecosistemi e la capacità produttiva dei suoli nel lungo periodo, salvaguardando la sicurezza alimentare anche per le generazioni future. Il rapporto agricoltura-ambiente è intrinsecamente bidirezionale: da un lato l'attività agricola dipende da fattori naturali quali fertilità del suolo, disponibilità idrica e condizioni climatiche; dall'altro lato, le pratiche agricole generano impatti significativi sugli ecosistemi, che possono manifestarsi sotto forma di effetti positivi (es. sequestro del carbonio, conservazione della biodiversità) o negativi (es. erosione, inquinamento, perdita di habitat). La sostenibilità complessiva dei sistemi agroproduttivi deriva dall'equilibrio tra tali effetti e dalla capacità di mitigare le pressioni ambientali mantenendo al contempo livelli produttivi adeguati. Una lista degli effetti positivi e degli impatti negativi determinati dall'agricoltura sull'ambiente è stata riportata nel D.4.1.1.

politike je nujen korak za dejansko uresničitev Agende 2030. To je mogoče doseči s spodbujanjem trajnostno naravnanih upravljaljskih modelov in kmetijskih praks, usmerjenih k ohranjanju naravnih virov, povečanju odpornosti ekosistemov ter dolgoročnemu zagotavljanju rodovitnosti tal, kar bo zagotovilo prehransko varnost tudi za prihodnje rodove.

Odnos med kmetijstvom in okoljem je po svoji naravi dvosmeren: na eni strani je kmetijska dejavnost odvisna od naravnih dejavnikov, kot so rodovitnost tal, razpoložljivost vode in podnebne razmere; na drugi strani pa kmetijske prakse pomembno vplivajo na ekosisteme, ti vplivi pa so lahko pozitivni (npr. vezava ogljika, ohranjanje biotske raznovrstnosti) ali negativni (npr. erozija, onesnaževanje, izguba habitatov). Trajnost celotnih kmetijskih sistemov izhaja iz ravnovesja med temi učinki ter iz sposobnosti blaženja okoljskih pritiskov ob hkratnem ohranjanju ustrezne ravni pridelave.

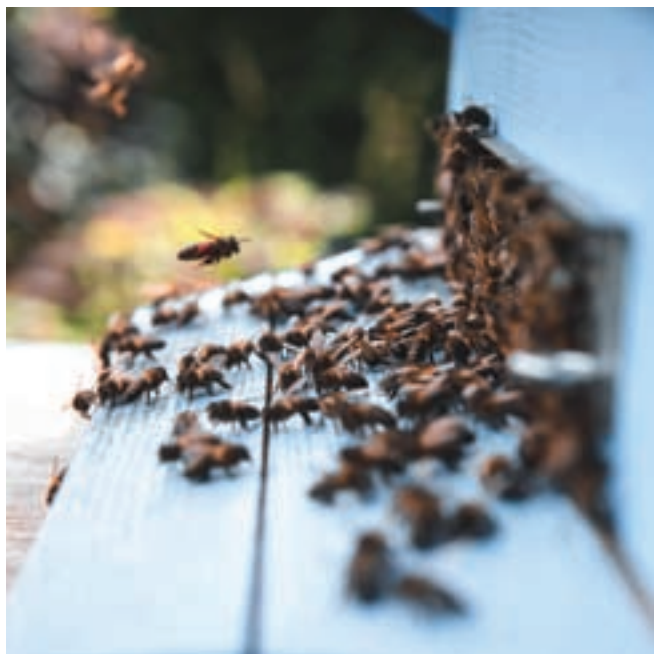
Seznam pozitivnih in negativnih učinkov kmetijstva na okolje je naveden v dokumentu D.4.1.1.

sustainable manner, while simultaneously protecting the environment and enhancing rural communities.

Integrating these objectives into national and international policies is an essential step for the concrete implementation of Agenda 2030. This must be pursued through management models and cultivation practices based on sustainability, in order to safeguard natural resources, ensure ecosystem resilience, and preserve soil productive capacity in the long term, thus protecting food security for future generations.

The relationship between agriculture and the environment is inherently bidirectional: on the one hand, agricultural activity depends on natural factors such as soil fertility, water availability and climatic conditions; on the other hand, agricultural practices generate significant impacts on ecosystems, which may take the form of positive effects (e.g., carbon sequestration, biodiversity conservation) or negative ones (e.g., erosion, pollution, habitat loss). The overall sustainability of agro-production systems derives from the balance between these effects and from the capacity to mitigate environmental pressures while maintaining adequate production levels.

A list of the positive effects and negative impacts of agriculture on the environment is provided in Section D.4.1.1.



Le relazioni tra agricoltura e biodiversità sono complesse e multidirezionali, caratterizzate da una forte interdipendenza. Da un lato, l'agricoltura dipende dalla biodiversità per garantire la propria produttività: la varietà genetica delle colture e delle razze animali costituisce la base della sicurezza alimentare, permettendo di adattare i sistemi agricoli a mutamenti climatici, fitopatie ed esigenze nutrizionali. Inoltre, la biodiversità fornisce servizi ecosistemici fondamentali, come la regolazione naturale dei parassiti e, in generale, la stabilità e la resilienza dei sistemi agricoli. Dall'altro lato, l'agricoltura esercita un impatto significativo sulla biodiversità. Le pratiche agricole intensive, basate sull'uso eccessivo di fattori di produzione chimici di sintesi (fertilizzanti e antiparassitari), la semplificazione colturale e, a livello globale, la conversione di habitat naturali in superfici coltivate, determinano una progressiva riduzione della diversità biologica, sia a livello di varietà tradizionali, sia a livello di specie selvatiche (scomparsa di impollinatori, microrganismi utili, fauna selvatica).

Relativamente ai fertilizzanti chimici, l'applicazione eccessiva soprattutto di prodotti azotati e fosfatici altera profondamente la biodiversità del suolo. L'aumento artificiale della disponibilità di nutrienti favorisce alcune comunità microbiche a scapito di altre, riducendo la diversità dei microrganismi e modificando le funzioni ecologiche, come la decomposizione della sostanza organica e i cicli biogeochimici naturali. Questo squilibrio porta spesso a una progressiva diminuzione della fertilità biologica del suolo e a una ridotta resilienza rispetto a stress ambientali. Un secondo effetto riguarda la flora e la fauna negli agroecosistemi. L'arricchimento di nutrienti, soprattutto di azoto, favorisce specie vegetali più competitive e a crescita rapida, determinando la scomparsa di specie meno performanti e una conseguente semplificazione degli habitat. Questo processo si traduce in una perdita di diversità vegetale e, a cascata, in una riduzione delle specie che, invece, possono beneficiare di una maggiore varietà floristica. A livello acquatico, i fertilizzanti di sintesi rappresentano una delle principali cause di eutrofizzazione di fiumi, laghi e aree costiere. Il deflusso dei nutrienti provoca proliferazioni algali anomale, riduzione dell'ossigeno disciolto e morie di organismi acquatici, con conseguenze drammatiche sulla biodiversità e sui servizi ecosistemici legati alle acque. Infine, l'uso continuativo

Kmetijstvo in biotska raznovrstnost

Odnosi med kmetijstvom in biotsko raznovrstnostjo so zapleteni in večsmerni in so zaznamovani z močno medsebojno odvisnostjo. Po eni strani je kmetijstvo odvisno od biotske raznovrstnosti za zagotavljanje svoje produktivnosti; genetska raznolikost poljščin in pasem živali je temelj prehranske varnosti, saj omogoča prilagajanje kmetijskih sistemov podnebnim spremembam, rastlinskim boleznim ter prehranskim potrebam. Poleg tega biotska raznovrstnost zagotavlja ključne ekosistemske storitve, kot so uravnavanje škodljivcev po naravni poti ter splošna stabilnost in odpornost kmetijskih sistemov. Po drugi strani pa kmetijstvo pomembno vpliva na biotsko raznovrstnost. Intenzivne kmetijske prakse, ki temeljijo na pretirani uporabi kemično sintetiziranih kmetijskih vložkov (gnojil in pesticidov), zmanjševanju raznolikosti gojenih sort ter na globalni ravni tudi na pretvarjanju naravnih habitatov v obdelovalne površine, povzročajo postopno zmanjševanje biotske raznovrstnosti – tako tradicionalnih sort kot tudi divjih vrst (izginjanje opraševalcev, koristnih mikroorganizmov, prostoživečih živali).

Pretirana uporaba kemičnih gnojil, zlasti tistih, ki vsebujejo dušik in fosfor, lahko bistveno zmanjša biotsko raznovrstnost tal. Umetno povečanje razpoložljivosti hranilnih snovi krepi določene mikrobne skupnosti na račun drugih, kar vodi v zmanjšanje mikrobne raznovrstnosti ter v spremembe ekoloških funkcij, kot sta razgradnja organske snovi in naravni biogeokemični cikli. To neravnovesje pogosto vodi v postopno zmanjševanje biološke rodovitnosti tal in v manjšo odpornost talnih ekosistemov na okoljske obremenitve. Drugi učinek se nanaša na rastlinstvo in živalstvo v agroekosistemi. Obogatitev s hranili, zlasti z dušikom, spodbuja bolj konkurenčne in hitro rastoče rastlinske vrste, kar vodi v izginjanje manj prilagodljivih vrst in v sledečo poenostavitev habitatov. Ta proces vodi v izgubo rastlinske raznovrstnosti in posledično – kot verižna reakcija – v zmanjšanje števila vrst, ki so odvisne od večje pestrosti rastlinstva. Na ravni voda so kemično sintetizirana gnojila eden glavnih povzročiteljev eutrofikacije rek, jezer in obalnih območij. Otekanje hranil povzroča nenormalno razraščanje alg, zmanjšanje količine raztopljenega kisika in množične pogibe vodnih organizmov, kar ima drastične posledice za biotsko raznovrstnost in ekosistemske storitve, povezane z vodami. Nenazadnje stalna in intenzivna upo-

Agriculture and biodiversity

The relationships between agriculture and biodiversity are complex, multidirectional and characterized by strong interdependence. On the one hand, agriculture depends on biodiversity to guarantee its productivity. The genetic diversity of crop varieties and livestock breeds forms the basis of food security, allowing agricultural systems to adapt to climate change, pests and diseases, plus evolving nutritional needs. Moreover, biodiversity provides essential ecosystem services, such as the natural regulation of pests and, more generally, the stability and resilience of agricultural systems. On the other hand, agriculture exerts a significant impact on biodiversity. Intensive farming practices, based on the excessive use of synthetic chemical inputs (fertilizers and pesticides), crop simplification and, on a global scale, the conversion of natural habitats into cultivated land, lead to a progressive reduction in biological diversity, both in terms of traditional crop varieties and wild species (e.g., loss of pollinators, beneficial microorganisms, and wildlife).

Regarding chemical fertilizers, the excessive application—especially of nitrogen- and phosphorus-based products—profoundly alters soil biodiversity. The artificial increase in nutrient availability favours certain microbial communities at the expense of others, reducing microorganism diversity and modifying ecological functions, such as organic matter decomposition and natural biogeochemical cycles. This imbalance often results in a gradual decline in the biological fertility of the soil and reduced resilience to environmental stress. A second effect concerns flora and fauna within agroecosystems. Nutrient enrichment, particularly nitrogen, promotes fast-growing and highly competitive plant species, leading to the displacement of less competitive species and resulting in habitat simplification. This process translates into a loss of plant diversity and, consequently, into a reduction in the species that depend on greater plant variety. In aquatic environments, synthetic fertilizers are one of the main causes of eutrophication in rivers, lakes, and coastal areas. Nutrient runoff triggers abnormal algal blooms, reduces dissolved oxygen, and leads to mass mortality of aquatic organisms, with severe consequences for biodiversity and water-related ecosystem services. Finally, the continuous, intensive use of synthetic fertilizers reduces the need for traditional fertility management



e intensivo di fertilizzanti di sintesi riduce la necessità di ricorrere a pratiche tradizionali di gestione della fertilità (rotazioni, colture di copertura, compostaggio), contribuendo alla semplificazione dei sistemi agricoli e alla perdita di varietà colturali locali, con effetti indiretti sulla diversità genetica delle piante coltivate.

Per quanto riguarda i prodotti per la difesa delle colture, il loro impiego può avere conseguenze profonde sulla biodiversità. Un primo effetto può essere determinato dal fatto che tali prodotti possono agire in modo non selettivo, ovvero la loro distribuzione può colpire una vasta gamma di specie che svolgono funzioni fondamentali negli ecosistemi agricoli e naturali. Quando vengono impiegati erbicidi, ad esempio, si riduce la varietà delle piante spontanee che costituiscono la base alimentare per molti insetti, come api e farfalle, che a loro volta sono essenziali per l'impollinazione di colture e fiori selvatici. Allo stesso modo, gli insetticidi possono colpire anche insetti predatori e, indirettamente, uccelli insettivori e altri animali che contribuiscono a mantenere gli equilibri ecologici. Gli effetti non si limitano al momento immediato dell'applicazione. Alcune molecole restano a lungo nel suolo e nelle acque, si accumulano negli organismi e risalgono lungo la catena alimentare, arrivando a interessare anche specie che vivono lontano dai campi coltivati. Questo porta a una semplificazione degli ecosistemi: meno specie, reti trofiche più fragili e ambienti meno resilienti di fronte a malattie, cambiamenti climatici o invasioni biologiche. Paradossalmente, la riduzione della biodiversità determinata dai fitofarmaci chimici di sintesi genera nuove vulnerabilità per l'agricoltura stessa. In un paesaggio povero di specie utili, come impollinatori e predatori naturali, le colture diventano più esposte sia a cali produttivi sia a nuovi focolai di parassiti resistenti, che proliferano proprio grazie all'uso intensivo di fitofarmaci chimici di sintesi. Per questo, negli ultimi anni si parla sempre più di produzione agricola integrata e di pratiche agroecologiche: strategie che mirano a ridurre l'impiego di prodotti chimici e a favorire invece la diversità di piante, insetti e microrganismi, considerata non un ostacolo ma una risorsa indispensabile per la stabilità e la produttività a lungo termine degli agroecosistemi.

Tuttavia, se gestita in maniera sostenibile, l'agricoltura può contribuire attivamente alla conservazione della

raba kemično sintetiziranih gnojil zmanjšuje potrebo po tradicionalnih praksah za izboljšanje rodovitnosti tal (kolobarjenje, pokrivni posevki, kompostiranje), kar prispeva k poenostavitvi kmetijskih sistemov in izgubi lokalnih sort rastlin, s posrednimi učinki na genetsko raznolikost gojenih rastlin.

Kar zadeva sredstva za zaščito pridelkov, lahko njihova uporaba močno vpliva na biotsko raznovrstnost. Prvi učinek je lahko posledica dejstva, da ta sredstva delujejo neselektivno, kar pomeni, da lahko prizadenejo širok spekter vrst, ki opravljajo ključne funkcije v kmetijskih in naravnih ekosistemih. Ob uporabi herbicidov se, na primer, zmanjša raznolikost divjih rastlin, ki so osnovni vir hrane za številne žuželke, kot so čebele in metulji, ki so ključne za opraševanje kulturnih rastlin in divjih cvetlic. Na enak način lahko insekticidi prizadenejo tudi plenilske žuželke ter posredno ptice, ki se prehranjujejo z žužkami, in druge živali, ki pomagajo ohranjati ekološko ravnovesje. Učinki pa niso omejeni le na trenutek samega nanosa. Nekatere molekule ostanejo v tleh in vodah dolgo časa, kopičijo se v organizmih ter se po prehranjevalni verigi prenašajo vse do vrst, ki živijo daleč od obdelovalnih površin. To vodi v poenostavljanje ekosistemov, ki se odraža v manjšem številu vrst, bolj krhkih prehranjevalnih mrežah in okoljih, ki so manj odporna na bolezni, podnebne spremembe ali biološke invazije. Paradoksalno, zmanjšanje biotske raznovrstnosti zaradi uporabe kemično sintetiziranih fitofarmacevtskih sredstev povzroča nove ranljivosti prav za samo kmetijstvo. V krajini, kjer primanjkuje koristnih vrst, kot so opraševalci in naravni plenilci, postanejo kmetijske kulture bolj izpostavljene tako padcem pridelka kot tudi novim izbruhom odpornih škodljivcev, ki se pogosto širijo prav zaradi intenzivne uporabe kemično sintetiziranih fitofarmacevtskih sredstev. Zato se v zadnjih letih vse več govori o integrirani kmetijski pridelavi in agroekoloških praksah – strategijah za zmanjšanje uporabe kemičnih sredstev ter spodbujanje pestrosti rastlin, žužek in mikroorganizmov. Ta raznolikost ni več obravnavana kot ovira, temveč kot nepogrešljiv vir za dolgoročno stabilnost in produktivnost agroekosistemov.

Če je kmetijstvo trajnostno, lahko dejavno prispeva k ohranjanju biotske raznovrstnosti. Proizvodni modeli, kot sta ohranitveno kmetijstvo in agrogozdarstvo, spodbujajo povečanje biotske raznovrstnosti v osiro-

practices (crop rotation, cover crops, composting), contributing to the simplification of agricultural systems and the loss of local crop varieties, with indirect impacts on the genetic diversity of cultivated plants.

With regard to crop protection products, their use can have profound consequences for biodiversity. One of the primary issues is that such products may act in a non-selective manner, affecting a wide range of species that perform essential ecological functions in agricultural and natural ecosystems. For example, herbicides reduce the variety of spontaneous plants that serve as food sources for insects such as bees and butterflies, which in turn are essential for the pollination of crops and wild flora. Similarly, insecticides can harm predatory insects and, indirectly, insectivorous birds and other animals that contribute to maintaining ecological balance. The effects are not limited to the immediate application period. Some compounds persist in soils and water, accumulate in organisms, and move up the food chain, impacting even species that live far from cultivated areas. This leads to ecosystem simplification: fewer species, more fragile trophic networks, and environments less resilient to disease, climate change, or biological invasions. Paradoxically, the biodiversity loss driven by synthetic pesticides creates new vulnerabilities for agriculture itself. In landscapes depleted of beneficial species such as pollinators and natural enemies, crops become more exposed to yield declines and outbreaks of resistant pests—outbreaks that proliferate precisely due to intensive pesticide use. For these reasons, increasing attention is being given to integrated production systems and agroecological practices aimed at reducing chemical inputs and enhancing plant, insect and microorganism diversity, which is now regarded not as an obstacle but as a fundamental resource for the long-term stability and productivity of agroecosystems.

However, when managed sustainably, agriculture can actively contribute to biodiversity conservation. Production models, such as conservation agriculture and agroforestry, promote increased biological diversity in degraded agricultural systems, improving soil and environmental quality while reducing pressure on natural ecosystems. Likewise, the recovery and enhancement of local varieties and traditional species represent



biodiversità. Modelli produttivi come l'agricoltura conservativa e l'agroforestazione favoriscono l'incremento della diversità biologica nei sistemi agricoli impoveriti, migliorando la qualità del suolo e dell'ambiente e riducendo la pressione sugli ecosistemi naturali. Anche il recupero e la valorizzazione delle varietà locali e delle specie tradizionali costituiscono strumenti importanti per preservare la diversità genetica e rafforzare la resilienza dei sistemi agroalimentari.

In sintesi, agricoltura e biodiversità sono legate da un rapporto di reciproca influenza: la biodiversità rappresenta una risorsa indispensabile per la sostenibilità e la produttività agricola, mentre le pratiche agricole determinano in larga misura la conservazione o la perdita di tale diversità. Orientare le politiche agricole e le strategie produttive verso un equilibrio tra esigenze produttive e tutela della biodiversità è quindi essenziale per garantire la sicurezza alimentare e la resilienza degli ecosistemi nel lungo periodo.

mašenih kmetijskih sistemih, izboljšujejo kakovost tal in okolja ter zmanjšujejo pritisk na naravne ekosisteme. Tudi ohranjanje in vrednotenje lokalnih sort ter tradicionalnih vrst sta pomembna instrumenta za zaščito genetske raznolikosti in krepitev odpornosti agroživilskih sistemov.

Če povzamemo, sta kmetijstvo in biotska raznovrstnost med seboj tesno povezana – biotska raznovrstnost predstavlja nepogrešljiv vir za trajnost in produktivnost kmetijstva, medtem ko kmetijske prakse v veliki meri vplivajo na ohranjanje ali izgubo te raznolikosti. Usmerjanje kmetijskih politik in proizvodnih strategij k ravnovesju med proizvodnimi potrebami in varstvom biotske raznovrstnosti je zato ključno za zagotavljanje prehranske varnosti in odpornosti ekosistemov na dolgi rok.

important tools for preserving genetic diversity and strengthening the resilience of agri-food systems.

In summary, agriculture and biodiversity are linked by a relationship of reciprocal influence: biodiversity is an essential resource for agricultural sustainability and productivity, while agricultural practices largely determine the conservation or loss of that diversity. Steering agricultural policies and production strategies toward a balance between productive needs and biodiversity protection is therefore essential for ensuring food security and the long-term resilience of ecosystems.

Ruolo di fitofarmaci e fertilizzanti chimici di sintesi



Nonostante la percezione tendenzialmente negativa da parte dell'opinione pubblica rispetto all'uso di fertilizzanti e fitofarmaci chimici di sintesi, è necessario ribadire la loro importanza, ad oggi, per assicurare l'approvvigionamento alimentare dei cittadini, anche in relazione all'obiettivo SDG 02 di Agenda 2030 delle Nazioni Unite: «sconfiggere la fame».

Numerosi studi dimostrano che i fertilizzanti chimici hanno rappresentato uno dei principali motori dell'aumento delle rese colturali a partire dalla seconda metà del XX secolo, contribuendo in maniera decisiva a sostenere la crescita demografica mondiale e testimoniando che circa la metà della popolazione mondiale viva oggi grazie al contributo dei fertilizzanti sintetici. Erisman *et al.* (2008) hanno calcolato che nel 2000 il 44% della popolazione fosse nutrita dall'azoto di sintesi, percentuale cresciuta fino al 48% nel 2008. Questo fenomeno si inserisce nel contesto della cosiddetta "Rivoluzione Verde", durante la quale, tra gli anni Sessanta e il 2000, le rese dei cereali sono aumentate mediamente del 44% grazie a un insieme di innovazioni: diffusione delle varietà migliorate, espansione dell'irrigazione e uso sistematico di fertilizzanti chimici (Evenson & Gollin, 2003). Anche grazie all'impiego di fertilizzanti sintetici tra il 1961 e il 2019 la disponibilità alimentare pro-capite è aumentata di oltre il 30% (FAO, 2021) e contemporaneamente analisi agronomiche hanno dimostrato che i fertilizzanti di sintesi spiegano da soli tra il 40% e il 60% delle rese nelle colture intensive (Stewart *et al.*, 2005). La centralità di tali input è stata confermata anche in occasione di shock recenti. La crisi energetica del 2021-2022, caratterizzata da un aumento dei prezzi del gas naturale, ha comportato una forte crescita del costo dei fertilizzanti e conseguenti tensioni nei mercati agricoli globali (The Guardian, 2022). Inoltre, il caso dello Sri Lanka, che nel 2021 introdusse un divieto improvviso all'uso dei fertilizzanti chimici, mostra come la produzione agricola possa subire cali drammatici se tali input vengono rimossi senza un piano alternativo strutturato (Abeygunawardena, 2022).

Analogamente, i pesticidi – o agrofarmaci – consentono oggi di contenere il deficit alimentare e garantire che una quota significativa dei raccolti non venga resa inutilizzabile da patogeni e parassiti o che le produzioni non siano limitate dalla proliferazione di piante concorrenti.

Vloga fitofarmacevtskih sredstev in kemičnosintetičnih gnojil

Kljub prevladujočemu negativnemu mnenju javnosti glede uporabe kemično sintetiziranih gnojil in fitofarmacevtskih sredstev je treba poudariti njihov pomen, ki je še vedno ključen za zagotavljanje preskrbe prebivalstva s hrano, tudi v kontekstu cilja trajnostnega razvoja št. 2 Agende 2030 Združenih narodov – odpraviti lakoto.

Številne študije dokazujejo, da so bila kemična gnojila eden glavnih dejavnikov za povečanje pridelkov od druge polovice 20. stoletja dalje, saj so odločilno prispevala k podpori svetovne demografske rasti, in potrjujejo, da približno polovica svetovnega prebivalstva danes živi prav zaradi prispevka sintetičnih gnojil. Erisman in sod. (2008) so ugotovili, da je bilo leta 2000 kar 44 % svetovnega prebivalstva preskrbljenega s hrano zahvaljujoč sintetiziranemu dušiku, ta delež pa je do leta 2008 narasel na 48 %. Ta pojav je del t. i. »zelene revolucije«, v okviru katere so se med šestdesetimi leti prejšnjega stoletja in letom 2000 pridelki žit v povprečju povečali za 44 % zaradi niza inovacij: širše uporabe izboljšanih sort, širjenja namakalnih sistemov in sistematične uporabe kemičnih gnojil (Evenson & Gollin, 2003). Tudi zaradi uporabe sintetičnih gnojil se je med letoma 1961 in 2019 razpoložljivost hrane na prebivalca povečala za več kot 30 % (FAO, 2021), hkrati pa so agronomske analize pokazale, da kemično sintetizirana gnojila sama po sebi prispevajo 40 % do 60 % pridelka pri intenzivnih kmetijskih kulturah (Stewart idr., 2005). Ključna vloga teh vhodnih dejavnikov se je potrdila tudi ob nedavnih pretresih Energetska kriza v letih 2021–2022, ki jo je zaznamovalo povečanje cen zemeljskega plina, je povzročila močan porast cene gnojil in posledične napetosti na svetovnih kmetijskih trgih (The Guardian, 2022). Poleg tega primer Šrilanke, ki je leta 2021 nenadoma prepovedala uporabo kemičnih gnojil, dokazuje, kako lahko kmetijska proizvodnja drastično upade, če se takšnih vhodnih dejavnikov ne nadomesti z ustreznimi razdelanimi alternativnim načrtom (Abeygunawardena, 2022).

Na podoben način pesticidi – ali fitofarmacevtska sredstva – danes omogočajo zmanjševanje prehranskega primanjkljaja in zagotavljajo, da pomemben delež pridelkov ne postane neuporaben zaradi patogenov in zajedavcev ter da pridelave ne omejuje prekomerna rast konkurenčnih rastlin, ki tekmujejo za iste vire.

Na podoben način kot kemično sintetizirana gnojila so

Role of synthetic pesticides and chemical fertilizers

Several studies show that chemical fertilizers have been among the main drivers of yield increases since the second half of the 20th century, playing a decisive role in supporting global population growth. It is estimated that approximately half of the world's population is currently fed thanks to the contribution of synthetic fertilizers. Erisman et al. (2008) calculated that in 2000, 44% of the global population was nourished by synthetic nitrogen, a percentage that rose to 48% in 2008. This phenomenon must be placed within the context of the so-called "Green Revolution," during which, between the 1960s and 2000, cereal yields increased on average by 44% due to a combination of innovations: the spread of improved crop varieties, the expansion of irrigation, and the systematic use of chemical fertilizers (Evenson & Gollin, 2003).

Also due in part to the use of synthetic fertilizers, between 1961 and 2019, global per-capita food availability increased by more than 30% (FAO, 2021), while agronomic analyses have demonstrated that synthetic fertilizers alone account for between 40% and 60% of yields in intensive farming systems (Stewart et al., 2005). The centrality of these inputs has also become evident during recent shocks. The 2021–2022 energy crisis, characterized by a sharp rise in natural gas prices, led to a strong increase in fertilizer costs and consequent tensions in global agricultural markets (The Guardian, 2022). Furthermore, the case of Sri Lanka, which in 2021 abruptly banned chemical fertilizers, demonstrated how agricultural production can experience dramatic declines if these inputs are removed without a structured alternative plan (Abeygunawardena, 2022).

Similarly, pesticides (or plant-protection products) play a key role in preventing food shortages and ensuring that a significant share of agricultural harvests is not rendered unusable by pathogens and pests, or that yields are not reduced by competition from weed species. As with synthetic fertilizers, pesticides have played a central role in the gradual reduction of global hunger (which nonetheless remains an unresolved challenge), by mitigating losses due to insects, pathogens and weeds that, in the absence of control, can compromise up to one-third of global agricultural production (Oerke, 2006). Quantitative studies show that pesticide use contributes substantially to yield in-

Analogamente a quanto riportato sopra per i fertilizzanti di sintesi, anche i pesticidi hanno svolto un ruolo centrale nel percorso di progressivo affrancamento dal problema globale della fame (ancora drammaticamente irrisolto, peraltro), contribuendo a diminuire le perdite dovute a insetti, agenti patogeni e infestanti, che in assenza di controllo possono compromettere fino a un terzo della produzione agricola globale (Oerke, 2006). Studi quantitativi mostrano che l'impiego di pesticidi contribuisce in modo sostanziale all'aumento delle rese: a livello globale, l'uso di fungicidi, insetticidi ed erbicidi ha permesso incrementi compresi tra il 12% e il 27% a seconda della coltura (Popp, Pető & Nagy, 2013). Inoltre, l'OMS (WHO, 2022) sottolinea come i pesticidi, aumentando le rese e permettendo più cicli produttivi annuali, siano particolarmente cruciali nei Paesi a limitata disponibilità di terre coltivabili. Esperienze recenti di riduzione forzata dell'uso dei fitofarmaci chimici di sintesi in contesti agricoli intensivi hanno mostrato cali produttivi fino al 20%, con conseguenti rischi per l'approvvigionamento alimentare e l'aumento dei prezzi (Schneider *et al.*, 2023). Il ruolo dei fitofarmaci chimici di sintesi è particolarmente evidente nei sistemi agricoli a elevata pressione biotica, quali gli agroecosistemi molto semplificati a causa dell'adozione di modelli di agricoltura intensiva o dovuti a fattori ambientali fortemente limitanti, determinando situazioni nelle quali la mancanza di strategie di protezione comporterebbe perdite insostenibili.

I vantaggi dell'uso intensivo dei fattori di produzione, dalle lavorazioni all'uso dei fertilizzanti e fitofarmaci chimici di sintesi è stato ottenuto tuttavia con processi non sostenibili che hanno comportato la progressiva perdita del potenziale produttivo degli ecosistemi agricoli, come testimoniato su milioni di ettari dalla perdita progressiva del contenuto di carbonio organico dei terreni (Abdallah *et al.* 2021; Neal *et al.* 2017) che la scienza ha evidenziato essere alla base della fertilità dei terreni (Camarotto *et al.* 2020). L'attuale livello di disponibilità alimentare mondiale in realtà è insostenibile senza un progressivo ulteriore aumento degli input di tali fattori di produzione chimici di sintesi poiché i sistemi agricoli continuano a perdere progressivamente la loro fertilità in un circolo vizioso. Per la mancanza della applicazione delle normative e delle tecniche di agricoltura di precisione, e in particolare di una assistenza tecnica imparziale, gli input dei fattori di pro-

tudi pesticidi igrali osrednjo vlogo pri postopni odpravi lakote na globalni ravni (ki pa je žal še vedno pereč problem). Prispevali so k zmanjšanju izgub zaradi insektov, patogenov in škodljivcev, ki bi brez ustreznega nadzora lahko ogrozili do ene tretjine svetovne kmetijske proizvodnje (Oerke, 2006). Kvantitativne študije kažejo, da uporaba pesticidov pomembno prispeva k povečanju pridelka; na globalni ravni je uporaba fungicidov, insekticidov in herbicidov omogočila povečanje pridelka med 12 % in 27 %, odvisno od posevka (Popp, Pető & Nagy, 2013). Poleg tega Svetovna zdravstvena organizacija (WHO, 2022) poudarja, da so pesticidi zaradi povečanja pridelkov in možnosti več proizvodnih ciklov letno še posebej pomembni v državah z omejenimi kmetijskimi površinami. Nedavne izkušnje s prisilnim zmanjšanjem porabe kemično sintetiziranih fitofarmaceutskih sredstev v intenzivnem kmetijstvu so pokazale do 20-odstotni upad pridelka, kar je ogrozilo preskrbo s hrano in povzročilo povišanje cen (Schneider idr., 2023). Vloga kemično sintetiziranih fitofarmaceutskih sredstev je še posebej izrazita pri kmetijskih sistemih z visoko biotsko obremenitvijo – na primer v agroekosistemih, ki so zelo poenostavljeni zaradi intenzivnih kmetijskih praks ali zaradi okoljskih dejavnikov, ki močno omejujejo pridelavo. V takšnih razmerah bi odsotnost zaščitnih strategij povzročila nesprejemljive izgube. Prednosti intenzivne rabe kmetijskih vložkov – od obdelave tal do uporabe kemično sintetiziranih gnojil in fitofarmaceutskih sredstev – so bile dosežene s procesi, ki niso bili trajnostni, kar je vodilo v postopno izgubo proizvodnega potenciala kmetijskih ekosistemov. To potrjujejo podatki o milijonih hektarjev zemljišč, kjer prihaja do postopnega upadanja vsebnosti organskega ogljika v tleh (Abdallah et al. 2021; Neal et al. 2017), za katerega je znanost pokazala, da predstavlja temelj rodovitnosti tal (Camarotto et al. 2020). Trenutna raven razpoložljivosti hrane na svetu v resnici ni vzdržna brez nadaljnega povečevanja vnosa teh kemično sintetiziranih kmetijskih vložkov, saj kmetijski sistemi zaradi stalnega upadanja rodovitnosti, ujeti v začarani krog, vse bolj izgubljajo svojo naravno rodovitnost. Zaradi pomanjkljivega izvajanja predpisov in natančnih kmetijskih tehnik, predvsem pa zaradi odsotnosti nepristranske tehnične podpore, so vnosi kemično sintetiziranih kmetijskih vložkov in energije znatno večji, kot bi bilo potrebno za ohranjanje največje proizvodnje v

creases: globally, the use of fungicides, insecticides and herbicides has allowed yield gains ranging from 12% to 27%, depending on the crop (Popp, Pető & Nagy, 2013). The World Health Organization (WHO, 2022) also highlights that by increasing yields and enabling multiple production cycles per year, pesticides are particularly crucial in countries with limited availability of arable land. Recent experiences of forced reduction in the use of synthetic pesticides in intensive farming systems have shown yield declines of up to 20%, with consequent risks to food supply and rising prices (Schneider et al., 2023). The role of synthetic pesticides is especially evident in agricultural systems under high biotic pressure—such as highly simplified agroecosystems due to intensive production models or environmentally limiting factors—where the absence of protection strategies would result in unsustainable yield losses. However, the advantages of intensive use of production inputs—from tillage to the application of synthetic fertilizers and pesticides—have been achieved through unsustainable processes that have progressively reduced the productive potential of agricultural ecosystems. This is evidenced, across millions of hectares, by the ongoing decline in soil organic carbon (Abdallah et al., 2021; Neal et al., 2017), which science has demonstrated to be fundamental to soil fertility (Camarotto et al., 2020). The current global level of food availability is, in reality, unsustainable without the continued increase of synthetic chemical inputs, because agricultural systems are progressively losing their natural fertility in a vicious cycle. Due to the insufficient application of regulatory frameworks and precision agriculture techniques, and in particular the lack of impartial technical assistance, the actual use of synthetic inputs and energy is significantly higher than the levels required to maintain maximum productivity under intensive farming conditions. Market-driven logics, promoted by input suppliers, underpin this pattern, as highlighted by numerous scientific studies and by the European Court of Auditors in relation to the implementation of sustainable farming practices (European Court of Auditors, 2019).

Future global population growth—expected to continue until 2075–2100 (peak population according to UN World Population Prospects 2024)—together with increasing production challenges linked to the effects



duzione chimici di sintesi e di energia sono anche significativamente maggiori di quanto necessario per mantenere i livelli produttivi massimi nelle condizioni date della agricoltura intensiva. Logiche di vendita, di mercato, dettate dai fornitori dei fattori di produzione sono alla base di questo come evidenziato da numerosi lavori scientifici e dalla stessa Corte dei Conti Europea in merito all'applicazione delle tecniche sostenibili (Corte dei Conti Europea, 2019). Le prospettive di crescita demografica del pianeta, che dovrebbe proseguire fino al 2075-2100 (picco di popolazione globale secondo la stima ONU - World Population Prospects 2024), e di ulteriori criticità produttive collegate agli effetti del cambiamento climatico possono aggravare l'innescare dei circoli viziosi sopra descritti e indicano la necessità di mutare le strategie, non solo nelle politiche per mitigare gli aumenti di domanda del cibo ma anche in quelle di cambio progressivo e tempestivo delle tecniche colturali per rendere in grado gli ecosistemi agricoli di ridurre molto le necessità di apporti chimici di sintesi e di energia. Molte pratiche agricole sostenibili sono già disponibili per invertire la tendenza consentendo di ridurre molto i rischi ambientali e sanitari legati all'uso dei fattori chimici di sintesi per la riduzione significativa di molti fitofarmaci; più difficile appare la riduzione degli erbicidi senza andare incontro a riduzione dei livelli produttivi di derrate alimentari a livello mondiale.

Per coniugare le esigenze ambientali e sanitarie con il fabbisogno di garantire un sufficiente approvvigionamento di risorse alimentari si stanno sviluppando approcci innovativi basati su pacchetti di pratiche sostenibili in sinergia. Veneto Agricoltura propone un pacchetto completo basato sulle conoscenze scientifiche acquisite e sulle esperienze dirette nelle proprie aziende pilota e dimostrative, denominato ACFO: Agricoltura Conservativa Flessibile Olistica.

Il pacchetto si basa su pratiche ben definite da contributi scientifici sinergiche tra loro: AGRICOLTURA DI PRECISIONE, ROTAZIONE COLTURALE (il più possibile complessa e diversificata), COPERTURA CONTINUA DEL SUOLO, NON INVERSIONE DEGLI STRATI, DIFESA INTEGRATA, AUMENTO DELLA COMPLESSITÀ DELL'ECOSISTEMA, PRATICHE COLTURALI PER PREVENIRE IL COMPATTAMENTO DEL SUOLO, RIDUZIONE FERTILIZZANTI CHIMICI, AGROFORESTAZIONE.

Alcune saranno preliminarmente approfondite.

danih pogojih intenzivnega kmetijstva. Prodajne in tržne logike, ki jih določajo dobavitelji kmetijskih vložkov, so osnova tega pojava, kar potrjujejo številne znanstvene študije ter samo Evropsko računsko sodišče glede izvajanja trajnostnih tehnik (Evropsko računsko sodišče, 2019). Projekcije rasti svetovnega prebivalstva, ki naj bi se nadaljevala do obdobja med leti 2075 in 2100 (po ocenah OZN – World Population Prospects 2024), ter dodatne proizvodne težave, povezane z učinki podnebnih sprememb, lahko še poslabšajo zgoraj opisan začarani krog. To kaže na nujnost spremembe strategij, in to ne le pri politikah za blaženje povečanja povpraševanja po hrani, ampak tudi v postopnih in čimprejšnjih spremembah kmetijskih tehnik, ki bi kmetijskim ekosistemom omogočile znatno zmanjšanje potrebe po vnosih kemično sintetiziranih sredstev in energije. Številne trajnostne kmetijske prakse so že na voljo in lahko obrnejo negativne trende, saj omogočajo občutno zmanjšanje okoljskih in zdravstvenih tveganj, povezanih z uporabo kemično sintetiziranih sredstev – zlasti z občutnim zmanjšanjem uporabe mnogih fitofarmacevtskih sredstev. Veliko težje pa je zmanjšati porabo herbicidov, ne da bi to vodilo v upad svetovne pridelave hrane.

Za združitev okoljskih in zdravstvenih zahtev s potrebo po zagotovitvi zadostne preskrbe s prehranskimi viri se razvijajo inovativni pristopi, ki temeljijo na usklajenih svežnjih trajnostnih kmetijskih praks. Veneto Agricoltura predlaga celovit sveženj ukrepov, ki temelji na pridobljenem strokovnem znanju ter neposrednih izkušnjah na lastnih pilotnih demonstracijskih kmetijah, poimenovan CPOK – celostno, prilagodljivo, ohranitveno kmetijstvo (italijansko ACFO: Agricoltura Conservativa Flessibile Olistica).

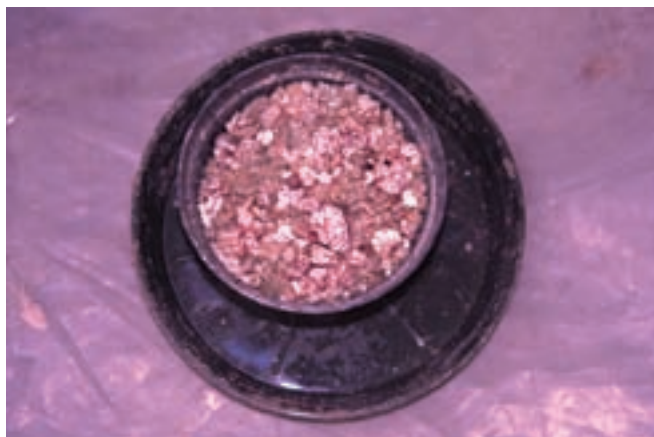
Sveženj temelji na jasno opredeljenih in medsebojno sinergično povezanih praksah, podprtih z znanstvenimi prispevki: PRECIZNO KMETIJSTVO, (kar se da kompleksno in raznoliko) KOLOBARJENJE, NEPREKINJENA POKRITOST TAL, BREZ OBRAČANJA SLOJEV, INTEGRIRANO VARSTVO RASTLIN, POVEČEVANJE KOMPLEKSNOSTI EKOSISTEMA, KMETIJSKE PRAKSE ZA PREPREČEVANJE ZBITOSTI TAL, ZMANJŠANJE PORABE KEMIČNIH GNOJIL, AGROGOZDARSTVO.

Nekatere od teh bodo predhodno podrobneje obravnavane.

of climate change, may exacerbate the vicious cycles described above, indicating the need to change strategies. This requires not only policies to mitigate rising food demand, but also timely, progressive changes in cultivation techniques to enable agricultural ecosystems to significantly reduce their dependence on synthetic chemical and energy inputs. Numerous sustainable farming practices are already available that can reverse current trends and substantially reduce environmental and health risks associated with synthetic inputs, particularly through a considerable reduction in pesticide use; more challenging, however, is reducing herbicide use without jeopardizing global food production levels. To reconcile environmental and health requirements with the need to ensure an adequate food supply, innovative approaches based on synergistic packages of sustainable practices are being developed. Veneto Agricoltura proposes a comprehensive package based on scientific evidence and operational experience from its pilot farms.

The package is based on well-established, mutually reinforcing practices supported by scientific research: PRECISION AGRICULTURE, DIVERSIFIED CROP ROTATION, CONTINUOUS SOIL COVER, NON-INVERSION TILLAGE, INTEGRATED PEST MANAGEMENT, INCREASED ECOSYSTEM COMPLEXITY, PRACTICES TO PREVENT SOIL COMPACTION, REDUCTION OF SYNTHETIC FERTILIZERS, AND AGROFORESTRY.

Some of these will be discussed in more detail below.



È un approccio sistemico e sostenibile alla protezione delle colture che combina più strategie e tecniche di controllo dei parassiti e dei patogeni, con l'obiettivo di ridurre la dipendenza dai pesticidi chimici di sintesi, utilizzandoli solo quando strettamente necessario e in dosi mirate, minimizzare i rischi per la salute umana, l'ambiente e la biodiversità, mantenere sotto controllo le popolazioni di organismi nocivi (insetti, funghi, erbe infestanti, nematodi, ecc.) al di sotto della soglia economica di danno. Il concetto di IPM si è sviluppato progressivamente tra la fine degli anni '50 e inizio '60 come risposta alla crescente insostenibilità dell'uso massiccio di pesticidi di sintesi. Nei paesi dell'Unione Europea la Direttiva 2009/128/CE ha reso obbligatoria l'IPM a partire dal 2014. Tale direttiva non vieta i pesticidi, ma obbliga a usarli in modo responsabile, mirato e ridotto, integrandoli in sistemi agricoli più sostenibili.

I principi chiave dell'IPM sono definiti nell'Allegato III della Direttiva; sono otto e costituiscono la base obbligatoria della lotta integrata. La logica di intervento dell'IPM si basa su un approccio gerarchico che parte dalla prevenzione quindi considera il monitoraggio e i metodi alternativi per la difesa delle colture, e solo alla fine l'uso mirato di fitofarmaci chimici, ridotti al minimo indispensabile.

1. Prevenzione e/o soppressione degli organismi nocivi. Costituisce il primo principio cardine dell'IPM ed è l'insieme delle misure che hanno lo scopo di evitare o ridurre l'insorgenza e la diffusione degli organismi nocivi nelle colture, prima che sia necessario un intervento diretto di controllo (chimico o non chimico). La prevenzione nell'IPM si attua attraverso una serie integrata di pratiche. Un primo strumento fondamentale è la rotazione colturale, che interrompe i cicli biologici di parassiti e patogeni riducendone la pressione e limitando la proliferazione delle infestanti. A essa si affianca la scelta varietale, con l'impiego di cultivar resistenti o tolleranti a determinate avversità, insieme all'utilizzo di sementi certificate e sane, esenti da patogeni. Un ruolo rilevante è svolto anche dalle pratiche agronomiche preventive, che comprendono la semina a densità e in epoche ottimali, la gestione equilibrata della fertilizzazione e dell'irrigazione, nonché lavorazioni del suolo mirate a ridurre l'inoculo di ma-

Integrirano Varstvo Rastlin – IVR

Gre za sistemski in trajnosten pristop k varstvu rastlin, ki združuje različne strategije in tehnike zatiranja škodljivcev z namenom zmanjšanja odvisnosti od kemično sintetiziranih pesticidov; ti se uporabljajo le, kadar je to nujno potrebno in v natančno odmerjenih količinah. Cilj je zmanjšati tveganja za zdravje ljudi, okolje in biotsko raznovrstnost ter ohraniti populacije škodljivih organizmov (žuželk, gliv, plevelov, ogorčic ipd.) pod pragom gospodarske škode. Pristop IVR se je začel postopno razvijati konec 50. in v začetku 60. let prejšnjega stoletja kot odziv na vse bolj nevzdržno množično uporabo sintetičnih pesticidov. V državah Evropske unije je Direktiva 2009/128/ES uvedla obvezno izvajanje IVR od leta 2014 dalje. Ta direktiva pesticidov ne prepoveduje, temveč nalaga njihovo odgovorno, ciljno usmerjeno in omejeno uporabo, kot del trajnostno zasnovanih kmetijskih praks.

Ključna načela IVR so določena v Prilogi III Direktive; osem jih je in predstavljajo obvezno osnovo integriranega varstva. Logika ukrepanja v okviru IVR temelji na hierarhičnem pristopu, ki se začne s preventivnimi ukrepi, nato sledita spremljanje ter uporaba alternativnih metod za varstvo rastlin, in šele na koncu je predvidena ciljna uporaba kemičnih fitofarmacevtskih sredstev, omejena na najmanjšo nujno potrebno količino.

1. **Preprečevanje in/ali zatiranje škodljivih organizmov.** To je prvo temeljno načelo IVR in zajema nabor ukrepov, katerih namen je preprečiti ali zmanjšati pojav in širjenje škodljivih organizmov na posevkih, še preden bi bilo potrebno neposredno ukrepanje – bodisi s kemičnimi ali nekemičnimi metodami. Preprečevanje v okviru IVR se izvaja z vrsto medsebojno povezanih praks. Eden od temeljnih ukrepov je kolobarjenje, ki prekinja življenjske cikle škodljivcev in patogenov, s čimer zmanjšuje njihov pritisk ter omejuje razrast plevelov. Temu se pridružuje izbira sort z uporabo odpornih oziroma tolerantnih kultivarjev ter certificiranega in zdravega semenskega ter sadilnega materiala, brez patogenov. Pomembno vlogo imajo tudi preventivne kmetijske prakse, ki vključujejo setev v optimalni gostoti in ob ustreznem času, uravnoteženo gnojenje in namakanje ter obdelavo tal, usmerjeno v zmanjšanje prisotnosti povzročiteljev bolezni ali omejevanje pojava plevelov. Preprečevanje temelji tudi na ustreznem

Integrated Pest Management (IPM)

Integrated Pest Management (IPM) is a systemic and sustainable approach to crop protection that combines multiple pest-control strategies and techniques, with the goal of reducing dependence on synthetic chemical pesticides—using them only when strictly necessary and in targeted doses—minimizing risks to human health, the environment and biodiversity, and keeping pest populations (insects, fungi, weeds, nematodes, etc.) below the economic damage threshold.

The concept of IPM developed progressively between the late 1950s and early 1960s as a response to the growing unsustainability of widespread synthetic pesticide use. In European Union countries, Directive 2009/128/EC made IPM mandatory starting in 2014. The directive does not ban pesticides, but requires that they be used responsibly, selectively and in reduced quantities, as part of more sustainable agricultural systems.

The key principles of IPM are defined in Annex III of the Directive; there are eight of them, and they constitute the mandatory foundation of integrated control. The intervention logic of IPM is based on a hierarchical approach that begins with prevention, followed by monitoring and the use of alternative crop protection methods, and only finally the targeted use of chemical plant-protection products, reduced to the minimum necessary.

1. **Prevention and/or suppression of harmful organisms.** This represents the first core principle of IPM and consists in a set of measures aimed at preventing or reducing the onset and spread of harmful organisms in crops, before direct control interventions (chemical or non-chemical) become necessary. Prevention in IPM is implemented through an integrated series of practices. A fundamental tool is crop rotation, which interrupts the biological cycles of pests and pathogens, reducing their pressure and limiting the proliferation of weeds. This is complemented by varietal selection, using cultivars that are resistant or tolerant to specific adversities, along with the use of certified, healthy seeds free from pathogens. Preventive agronomic practices also play a key role, including sowing at optimal densities and times, balanced management of fertilization and irrigation, and soil opera-



lattie o l'emergenza delle infestanti. La prevenzione si fonda inoltre sulla corretta gestione dei residui colturali specie in presenza di situazioni di rischio fitosanitario, attraverso l'interramento, il compostaggio o la rimozione dei residui infetti e la pulizia delle attrezzature agricole per limitare la diffusione di patogeni e parassiti. La diversificazione colturale, anche tramite colture di copertura o consociazioni, contribuisce a migliorare la salute del suolo e a ostacolare la diffusione degli organismi nocivi, mentre la tutela della biodiversità funzionale garantisce habitat favorevoli agli insetti utili e agli antagonisti naturali (predatori, parassitoidi, microrganismi antagonisti). Infine, l'impiego di strumenti di monitoraggio climatico e modelli previsionali consente di individuare per tempo le condizioni che richiedono di attivare procedure difesa, rendendo possibili interventi più mirati e tempestivi.

La prevenzione non è quindi costituita da una singola azione, ma da una strategia sistemica che combina soluzioni agronomiche, biologiche e gestionali per ridurre la necessità di interventi diretti e limitare l'uso di fitofarmaci chimici.

2. Monitoraggio di patogeni e parassiti. È costituito dalla raccolta di informazioni aggiornate e scientificamente validate sulla presenza, la densità e l'andamento delle popolazioni degli organismi target. L'obiettivo principale è individuare tempestivamente le situazioni a rischio e orientare le decisioni di intervento, evitando applicazioni preventive indiscriminate di fitofarmaci e favorendo invece un uso mirato e proporzionato alle effettive necessità. Il monitoraggio si realizza attraverso diverse metodologie complementari. Le osservazioni dirette in campo consentono di stimare la presenza e l'intensità delle infezioni/infestazioni mediante rilievi visivi sistematici e campionamenti rappresentativi. A queste si affiancano i sistemi di cattura, come le trappole cromotropiche o a feromoni, che permettono di seguire l'andamento delle popolazioni di insetti nocivi e di prevedere i momenti di maggiore rischio. Per le malattie fungine e batteriche, oltre al campionamento e alle diagnosi di laboratorio, vengono impiegati modelli previsionali basati su dati meteorologici e su parametri microclimatici

ravnanju z ostanki posevkov, zlasti pri povečanem fitosanitarnem tveganju – s prekopavanjem, kompostiranjem ali odstranjevanjem okuženih ostankov ter čiščenjem kmetijske mehanizacije, da bi omejili širjenje patogenov in škodljivcev. Diverzifikacija pridelkov, tudi z uporabo pokravnih ali mešanih posevkov, prispeva k izboljšanju zdravja tal in k omejevanju širjenja škodljivih organizmov, medtem ko varovanje funkcionalne biotske raznovrstnosti zagotavlja ugoden življenjski prostor za koristne žuželke in naravne sovražnike (plenilce, parazitoide, antagonistične mikroorganizme). Uporaba orodij za podnebno spremljanje in napovednih modelov omogoča pravočasno prepoznavanje razmer, ki zahtevajo uvedbo varstvenih ukrepov, kar omogoča bolj ciljno usmerjeno in pravočasno ukrepanje. Pri preprečevanju torej ne gre za eno samo dejavnost, temveč za sistemsko strategijo, ki združuje agronomske, biološke in upravljaljske rešitve za zmanjšanje potrebe po neposrednih ukrepih ter omejitev uporabe kemičnih fitofarmacevtskih sredstev.

2. Spremljanje škodljivih organizmov. Pri tem gre za zbiranje ažurnih in znanstveno preverjenih podatkov o prisotnosti, gostoti ter dinamiki populacij ciljnih organizmov. Glavni cilj je pravočasno prepoznati tveganje ter ustrezno ukrepati, pri tem pa preprečiti nesmiselno preventivno škropljenje s fitofarmacevtskimi sredstvi in namesto tega spodbujati njihovo ciljno in sorazmerno uporabo glede na dejanske potrebe.

Za spremljanje se uporabljajo različne metode, ki se med seboj dopolnjujejo. Neposredna opazovanja na terenu omogočajo oceno prisotnosti in obsega okužb ali napadov škodljivcev s pomočjo sistematičnih vizualnih pregledov in reprezentativnega vzorčenja. Tem opazovanjem se pridružujejo lovilni sistemi, kot so kromotropne pasti in feromonske vabe, ki omogočajo spremljanje dinamike populacij škodljivih žuželk ter napovedovanje obdobja največjega tveganja. Za glivične in bakterijske bolezni se, poleg vzorčenja in laboratorijskih diagnostičnih postopkov, uporabljajo napovedni modeli, ki temeljijo na meteoroloških podatkih in mikroklimatskih parametrih, ki vplivajo na okužbene cikle škodljivih

tivov, ki so namenjeni zmanjšanju bolezni in plevela. Preprečevanje se poleg tega opira na pravilno upravljanje ostankov pridelkov, zlasti na prisotnost fitosanitarnih tveganj, vključno s kompostiranjem, odstranjevanjem okuženih ostankov in čiščenjem kmetijske mehanizacije, da se prepreči širjenje patogenov in škodljivcev. Diverzifikacija pridelkov, tudi z uporabo pokravnih ali mešanih posevkov, prispeva k izboljšanju zdravja tal in k omejevanju širjenja škodljivih organizmov, medtem ko varovanje funkcionalne biotske raznovrstnosti zagotavlja ugoden življenjski prostor za koristne žuželke in naravne sovražnike (plenilce, parazitoide, antagonistične mikroorganizme). Uporaba orodij za podnebno spremljanje in napovednih modelov omogoča pravočasno prepoznavanje razmer, ki zahtevajo uvedbo varstvenih ukrepov, kar omogoča bolj ciljno usmerjeno in pravočasno ukrepanje. Pri preprečevanju torej ne gre za eno samo dejavnost, temveč za sistemsko strategijo, ki združuje agronomske, biološke in upravljaljske rešitve za zmanjšanje potrebe po neposrednih ukrepih ter omejitev uporabe kemičnih fitofarmacevtskih sredstev.

Preprečevanje ni torej ena sama dejanja, temveč sistemski pristop, ki združuje agronomske, biološke in upravljaljske rešitve za zmanjšanje potrebe po neposrednih ukrepih ter omejitev uporabe kemičnih fitofarmacevtskih sredstev.

2. Monitoring of pathogens and parasites. This activity comprises the collection of up-to-date, scientifically validated information on the presence, density, and population dynamics of target organisms. Its primary objective is the early detection of risk conditions and the support of informed intervention decisions, thereby avoiding indiscriminate preventive applications of plant protection products and promoting instead a targeted and proportionate use based on actual needs. Monitoring is implemented through a range of complementary methodologies. Direct field inspections allow for the estimation of the presence and intensity of infections/infestations through systematic visual assessments and representative sampling. These are supplemented by trapping systems—such as chromotropic and pheromone traps—which enable the tracking of harmful insect populations and the prediction of periods of heightened risk. For fungal and bacterial diseases, in addition to sampling and laboratory diagnostics, forecasting models are employed that draw on meteorological data and microclimatic

che influenzano i cicli infettivi dei patogeni. Analoghi modelli sono ora disponibili anche per seguire l'evoluzione delle popolazioni di insetti nocivi, nelle diverse fasi del loro ciclo biologico, mettendola in relazione con le fasi fenologiche di sviluppo delle colture che possono essere caratterizzate da diversi livelli di suscettibilità al parassita.

I dati e le informazioni raccolte possono essere interpretati tramite sistemi di supporto decisionale (Decision Support Systems, DSS), che tramite appositi algoritmi integrano dati da monitoraggi locali, informazioni storiche e previsioni meteorologiche per fornire indicazioni operative sull'opportunità e sul momento ottimale di un eventuale trattamento. Questi strumenti consentono agli agricoltori di confrontare i dati rilevati con le soglie di intervento, ossia i livelli di popolazione o di infezione oltre i quali il danno economico atteso supera i costi del controllo.

In un IPM ben strutturato, il monitoraggio non è un'attività isolata, ma parte integrante di un ciclo continuo di osservazione, analisi e decisione, che permette di mantenere le popolazioni nocive al di sotto delle soglie di danno, ridurre l'impatto ambientale dei trattamenti e aumentare l'efficacia complessiva della protezione delle colture.

3. Soglie di intervento. Le soglie di intervento costituiscono il punto di collegamento tra le attività di monitoraggio e le decisioni di difesa. Con questo concetto si intende il livello di densità di popolazione di un organismo nocivo, oppure il grado di incidenza/severità di una malattia, oltre il quale il danno economico previsto supera i costi di un intervento di difesa, rendendolo quindi opportuno. L'applicazione delle soglie di intervento in IPM può avvenire attraverso un processo articolato. In primo luogo, i dati ottenuti dal monitoraggio in campo (vedi sopra – punto 2) vengono confrontati con valori di riferimento stabiliti da studi scientifici o dalle linee guida tecniche regionali/nazionali. Questi valori variano in base alla coltura, al tipo di organismo nocivo e alle condizioni pedoclimatiche locali. Ad esempio, nel caso degli insetti fitofagi, la soglia può essere definita come il numero medio di individui catturati per trappola in un determinato arco temporale, mentre

organizmov. Podobni modeli so zdaj na voljo tudi za spremljanje razvoja populacij škodljivih žuželk v različnih fazah njihovega življenjskega cikla, pri čemer se njihovo stanje povezuje s fenološkimi fazami razvoja rastlin, ki so lahko različno dovzetne za škodljivce.

Zbrane podatke in informacije je mogoče interpretirati z uporabo sistemov za podporo pri odločanju (Decision Support Systems, DSS), ki s pomočjo posebnih algoritmov združujejo lokalne podatke spremljanja, zgodovinske informacije in vremenske napovedi ter zagotavljajo navodila glede primernosti in optimalnega časa morebitnega ukrepanja. Ti instrumenti kmetom omogočajo primerjavo zbranih podatkov s pragovi škodljivosti, torej z ravnmi populacije ali okužbe, nad katerimi pričakovana gospodarska škoda presega stroške nadzora.

V dobro strukturiranem IVR spremljanje ni ločena dejavnost, temveč je sestavni del neprekinjenega cikla opazovanja, analize in odločanja, ki omogoča ohranjanje populacij škodljivcev pod pragovi škode, zmanjšuje okoljski vpliv tretiranj in povečuje splošno učinkovitost zaščite pridelkov.

3. **Pragovi škodljivosti** Pragovi škodljivosti predstavljajo povezavo med dejavnostmi spremljanja in odločitvami o zaščiti. S tem pojmom je mišljena gostota populacije škodljivega organizma ali stopnja incidence/težavnosti bolezni, nad katero pričakovana gospodarska škoda presega stroške zaščitnega ukrepa, zaradi česar je ta ukrep upravičen. Uporaba pragov škodljivosti v IVR lahko poteka v več zaporednih korakih. Najprej se podatki, pridobljeni s spremljanjem na terenu (glej zgoraj – točka 2), primerjajo z referenčnimi vrednostmi, določenimi na podlagi znanstvenih študij ali tehničnih smernic na regionalni oziroma nacionalni ravni. Te vrednosti se razlikujejo glede na vrsto posevka, tip škodljivega organizma in lokalne pedoklimatske razmere. Na primer, pri rastlinojedih žuželkah (fitofagih) je prag lahko določen kot povprečno število ujetih osebkov na past v določenem časovnem obdobju, medtem ko pri glivičnih boleznih lahko prag predstavlja delež okuženih listov, opaženih med terenskimi pregledi. Kadar so ugotovljene ravni napada ali okužbe pod pragom, kemični poseg ni upravičen, temveč se da

parameters influencing pathogen infection cycles. Comparable models are now available for monitoring the development of harmful insect populations across the various stages of their biological cycle, correlating these with crop phenological stages, which may exhibit differing levels of susceptibility to the pest. The collected data and information may be interpreted using Decision Support Systems (DSS), which, through dedicated algorithms, integrate local monitoring data, historical datasets, and meteorological forecasts to provide operational recommendations on the necessity and optimal timing of potential treatments. These tools enable growers to compare observed data with intervention thresholds—that is, the population or infection levels beyond which the expected economic damage exceeds the cost of control. Within a well-structured IPM framework, monitoring is not an isolated practice but an integral component of a continuous cycle of observation, analysis, and decision-making. This approach enables the maintenance of harmful populations below economic thresholds, reduces the environmental impact of treatments, and enhances the overall effectiveness of crop protection strategies.

3. **Intervention thresholds.** Intervention thresholds constitute the point of connection between monitoring activities and crop-protection decisions. This concept refers to the pest population density, or the degree of disease incidence/severity, above which the expected economic damage exceeds the cost of a control action, thereby making intervention appropriate. The application of intervention thresholds in IPM can be implemented through a multi-step process. First, the data obtained from field monitoring (see point 2 above) are compared with reference values established by scientific studies or by regional/national technical guidelines. These values vary according to the crop, the type of harmful organism, and local pedoclimatic conditions. For example, in the case of phytophagous insects, the threshold may be defined as the average number of individuals captured per trap over a given period of time, while for fungal diseases it may correspond to the

per le malattie fungine può corrispondere alla percentuale di foglie infette osservata durante i rilievi. Quando i livelli di infestazione o infezione rilevati restano al di sotto della soglia, non è giustificato alcun intervento chimico, e si privilegia il ricorso a pratiche agronomiche, meccaniche o biologiche di contenimento. Nel momento in cui la soglia viene superata, diventa economicamente e agronomicamente sostenibile effettuare un trattamento fitosanitario, possibilmente mirato e selettivo, scegliendo i principi attivi e le tecniche di applicazione che minimizzano l'impatto ambientale e arrecano meno danno possibile alla fauna utile. L'applicazione delle soglie di intervento consente di evitare trattamenti calendarizzati o sistematici, riducendo il rischio di fenomeni di resistenza, contenendo i costi di produzione e garantendo una maggiore sostenibilità complessiva dei sistemi agricoli.

4. Preferenza per metodi non chimici. Con questo approccio ci si riferisce all'obbligo di privilegiare, quando possibile, soluzioni biologiche, fisiche, meccaniche o agronomiche rispetto all'uso di prodotti fitosanitari di sintesi. I metodi non chimici adottabili nell'IPM sono molteplici e comprendono:
 - metodi agronomici, come la rotazione colturale, le colture di copertura, le consociazioni e l'impiego di varietà resistenti o tolleranti, che riducono la pressione dei parassiti;
 - tecniche fisiche e meccaniche, ad esempio trappole cromotropiche o a feromoni, barriere fisiche, cattura massale, lavorazioni del suolo per limitare insetti terricoli o erbe infestanti, sarchiatura, diserbo meccanico o ricorso alla pacciamatura al posto del diserbo chimico;
 - controllo biologico, che utilizza organismi utili naturali (predatori, parassitoidi, antagonisti microbici) o loro prodotti (biopesticidi di origine microbica, estratti vegetali);
 - pratiche preventive di igiene colturale, quali la rimozione di eventuali residui infetti o con presenza di insetti dannosi nelle diverse possibili fasi di sviluppo (comprese larve e uova), nonché la pulizia ed eventuale disinfezione delle attrezzature.

La logica IPM prevede che, in presenza di un rischio accettabile o gestibile, vengano utilizzati prioritariamente

prednost agronomskim, mehanskim ali biološkim ukrepom za obvladovanje. Ko je prag presežen, postane izvedba fitosanitarnega ukrepa ekonomsko in agronomsko upravičena, pri čemer je priporočljivo uporabiti ciljno usmerjene in selektivne metode ter izbrati aktivne snovi in načine nanosa, ki čim manj obremenjujejo okolje in povzročajo najmanj škode koristnim organizmom. Z upoštevanjem pragov škodljivosti je mogoče opustiti načrtovana oziroma sistematična tretiranja, s čimer se zmanjša tveganje za pojav rezistence, znižajo se proizvodni stroški in prispeva se k večji trajnosti kmetijskih sistemov.

4. Prednostna izbira nekemičnih metod. S tem pristopom je mišljena obveznost, da se – kjer je to mogoče – daje prednost biološkim, fizikalnim, mehanskim ali agronomskim rešitvam pred uporabo kemično sintetiziranih fitofarmacevtskih sredstev. V okviru IVR je mogoče uporabiti številne nekemične metode, med katerimi:
 - agronomske metode, kot so kolobarjenje, pokrivni posevki, mešani posevki in uporaba odpornih ali tolerantnih sort, ki zmanjšujejo pritisk škodljivcev;
 - fizične in mehanske tehnike, na primer kromotropne pasti in feromonske vabe, fizične ovire, množični ulov, obdelava tal za zatiranje v tleh živečih žuželk ali plevela, ročno oziroma mehansko odstranjevanje plevela ali uporaba zastirke namesto kemičnega odstranjevanja plevela;
 - biološki nadzor, ki temelji na uporabi naravnih koristnih organizmov, kot so plenilci, parazitoidi in antagonistični mikroorganizmi, ter njihovih produktov, kot so biopesticidi mikrobne izvora in rastlinski izvlečki;
 - preprečevanje širjenja škodljivih organizmov s higienskimi ukrepi, kot so odstranjevanje morebitnih okuženih ostankov ali tistih z navzočnostjo škodljivih žuželk v vseh razvojnih fazah (vključno z ličinkami in jajčeci), pa tudi čiščenje in po potrebi razkuževanje opreme.

Načelo IVR je, da se v primeru sprejemljivega ali obvladljivega tveganja najprej uporabijo ti pristopi, medtem ko se kemična tretiranja izberejo šele kot zadnja

percentage of infected leaves observed during field assessments. When observed levels of infestation or infection remain below the threshold, no chemical intervention is justified, and priority is given to agronomic, mechanical, or biological containment practices. When the threshold is exceeded, performing a plant-protection treatment becomes economically and agronomically sustainable—preferably targeted and selective—choosing active substances and application techniques that minimize environmental impact and cause the least possible harm to beneficial fauna.

The use of intervention thresholds makes it possible to avoid calendar-based or systematic treatments, reducing the risk of resistance development, lowering production costs, and ensuring greater overall sustainability of agricultural systems.

4. Preference for non-chemical methods. This principle refers to the obligation to prioritize, whenever possible, biological, physical, mechanical or agronomic solutions over the use of synthetic plant-protection products. A wide range of non-chemical methods can be adopted within IPM, including:
 - Agronomic methods, such as crop rotation, cover crops, intercropping, and the use of resistant or tolerant varieties, which reduce pest pressure;
 - Physical and mechanical techniques, for example chromotropic or pheromone traps, physical barriers, mass trapping, soil operations to limit soil-dwelling insects or weeds, hoeing, mechanical weeding, or the use of mulching instead of chemical herbicides;
 - Biological control, which makes use of natural beneficial organisms (predators, parasitoids, antagonistic microorganisms) or their derived products (microbial biopesticides, plant-based extracts);
 - Preventive crop-hygiene practices, such as the removal of infected plant residues or material hosting harmful insects in any stage of development (including larvae and eggs), as well as cleaning and, where needed, disinfection of equipment.

The IPM approach requires that, when the risk is acceptable or can be managed, these approaches are

questi approcci, riservando i trattamenti chimici solo come ultima risorsa, qualora le misure alternative non garantiscano il contenimento del parassita al di sotto della soglia economica di danno.

5. Selezione mirata dei prodotti fitosanitari. La selezione mirata dei prodotti fitosanitari in IPM non è un atto automatico, ma una decisione tecnica ragionata che tiene conto di molteplici parametri. L'obiettivo è utilizzare il prodotto giusto, nel momento giusto e nella dose strettamente necessaria, garantendo la sostenibilità economica e ambientale della produzione. La scelta deve basarsi su criteri scientifici, agronomici ed ecotossicologici, con l'obiettivo di massimizzare l'efficacia e ridurre al minimo gli effetti collaterali. I criteri di selezione comprendono:

- specificità e selettività: è opportuno preferire prodotti che agiscono in modo mirato sull'organismo nocivo, con minore impatto sugli organismi utili (impollinatori, insetti ausiliari, predatori naturali);
- impatto ambientale ridotto: privilegiare sostanze con rapido degrado ambientale, basso rischio di lisciviazione nelle acque e minore tossicità per fauna selvatica e risorse naturali;
- profilo tossicologico favorevole: scegliere prodotti con bassa tossicità acuta e cronica per l'uomo, in particolare per gli operatori agricoli e i consumatori;
- resistenza: alternare prodotti con diversi meccanismi di azione (MoA) per prevenire l'insorgenza di resistenze nelle popolazioni di patogeni o insetti nocivi;
- compatibilità con altri metodi IPM: utilizzare sostanze compatibili con pratiche di controllo biologico o con l'attività degli insetti utili presenti nell'agroecosistema;
- efficacia comprovata: basare la scelta su evidenze scientifiche e sperimentali, tenendo conto delle condizioni locali e dei dati provenienti da prove di campo e bollettini fitosanitari.
- riduzione al minimo delle quantità e delle applicazioni: usare le dosi effettivamente necessarie, riducendo frequenza e quantità di applicazioni adottando tecniche di precisione (irrorazione mirata, localizzata) e tecnologie di distribuzione

možnost, če druge metode ne zadoščajo za zajezitev škodljivcev pod prag gospodarske škode.

5. Ciljna izbira fitosanitarnih sredstev. Ciljna izbira fitosanitarnih sredstev v okviru IVR ni samodejen postopek, temveč tehnična in preiščljena odločitev, pri kateri je treba upoštevati več različnih parametrov. Cilj je uporabiti pravi izdelek ob pravem času in v potrebni količini, s čimer se zagotovi ekonomska in okoljska trajnost pridelave. Izbira mora temeljiti na znanstvenih, agronomskih in ekotoksikoloških merilih, z namenom, da bi dosegli čim večjo učinkovitost ter hkrati kar najbolj omejili neželene stranske učinke. Merila za izbor vključujejo:

- specifičnost in selektivnost: priporočljivo je izbrati sredstva, ki ciljno delujejo na škodljive organizme ter imajo čim manjši vpliv na koristne organizme (opraševalce, koristne žuželke, naravne plenilce);
- nizki vpliv na okolje: prednost je treba dati sredstvom, ki se v okolju hitro razgradijo, z nizkim tveganjem za onesnaženje vodnih virov zaradi izpiranja ter nizko stopnjo toksičnosti za prostoživeče živali in naravne vire;
- ugoden toksiološki profil: izbrati je treba sredstva z nizko akutno in kronično toksičnostjo za človeka, zlasti za kmete in potrošnike;
- odpornost: za preprečevanje razvoja odpornosti pri populacijah škodljivih organizmov ali žuželk je treba izmenjevati sredstva z različnimi mehanizmi delovanja (MoA);
- združljivost z drugimi metodami IVR: uporabljati je treba sredstva, ki so združljiva z biološkimi metodami varstva ali z delovanjem koristnih žuželk, prisotnih v agroekosistemu;
- dokazana učinkovitost: izbira naj temelji na znanstvenih in eksperimentalnih dokazih, ob upoštevanju lokalnih razmer ter podatkov iz terenskih preskusov in biltenov o zdravstvenem varstvu rastlin;
- zmanjšanje količin in števila tretiranj na najnižjo možno raven: uporabljati je treba le dejansko potrebne odmerke ter zmanjšati pogostost in količino nanosov z uporabo natančnih tehnik (ciljno usmerjeno in natančno škropljenje) ter sodobnih naprav za nanašanje, ki so opremljene s sistemi za omejitev negativnih vplivov.

prioritized, reserving chemical treatments only as a last resort, should alternative measures fail to keep the pest population below the economic-damage threshold.

5. Targeted selection of plant-protection products. The targeted selection of plant-protection products within IPM is not an automatic action, but a reasoned technical decision that takes into account multiple parameters. The objective is to use the right product, at the right time, and at the minimum necessary dose, ensuring both economic and environmental sustainability of production. The choice must be based on scientific, agronomic and ecotoxicological criteria, with the aim of maximizing effectiveness while minimizing unintended side effects. The selection criteria include:

- Specificity and selectivity: priority should be given to products that act in a targeted manner against the harmful organism, with minimal impact on beneficial organisms (pollinators, beneficial insects, natural predators);
- Reduced environmental impact: preference should be given to substances with rapid environmental degradation, low risk of leaching into water bodies, and lower toxicity to wildlife and natural resources;
- Favourable toxicological profile: products should be selected with low acute and chronic toxicity to humans, particularly agricultural operators and consumers;
- Resistance management: alternate products with different modes of action (MoA) to prevent the development of resistance in pathogen or pest populations;
- Compatibility with other IPM methods: use substances that are compatible with biological control practices or with the activity of beneficial organisms present in the agroecosystem;
- Proven effectiveness: base the choice on scientific and experimental evidence, taking into account local conditions and data from field trials and plant-health advisories;
- Minimization of doses and applications: use only the doses that are strictly necessary, reducing the frequency and quantity of applications by adopt-

aggiornate e dotate di dispositivi per contenere gli effetti negativi.

6. Gestione della resistenza: si riferisce all'insieme delle strategie volte a prevenire o ritardare l'insorgenza di resistenze negli organismi nocivi, siano essi insetti, patogeni fungini, erbe infestanti o nematodi, nei confronti dei prodotti fitosanitari. L'impiego ripetuto e non razionale di sostanze attive caratterizzate dallo stesso meccanismo d'azione esercita una forte pressione selettiva, favorendo la sopravvivenza di individui resistenti che, moltiplicandosi, determinano nel tempo una riduzione significativa dell'efficacia dei trattamenti disponibili, con conseguenze agronomiche ed economiche di rilievo. Per ridurre tale rischio, l'IPM promuove un approccio integrato e diversificato. È fondamentale alternare prodotti fitosanitari con differenti meccanismi d'azione, così come classificati da organismi internazionali quali IRAC, FRAC e HRAC, al fine di evitare l'accumulo di pressione selettiva sulla stessa popolazione bersaglio. Questo principio si accompagna alla limitazione del numero di trattamenti effettuati, che non devono mai essere calendarizzati in modo sistematico ma sempre giustificati dal superamento delle soglie di intervento. L'applicazione deve inoltre avvenire con dosaggi corretti e mirati, poiché sia il sottodosaggio, che favorisce lo sviluppo di individui parzialmente resistenti, sia il sovradosaggio, che aumenta l'impatto ambientale, risultano controproducenti.

Un altro aspetto cruciale è rappresentato dall'integrazione dei metodi non chimici, comprendenti pratiche agronomiche, biologiche e meccaniche quali la rotazione colturale, l'impiego di varietà resistenti e il ricorso al controllo biologico, al fine di ridurre la dipendenza dai prodotti di sintesi. Parallelamente, il monitoraggio sistematico della sensibilità delle popolazioni consente di individuare tempestivamente casi di resistenza emergente, permettendo un rapido adeguamento delle strategie di difesa. Infine, la scelta di prodotti fitosanitari selettivi, in grado di preservare gli antagonisti naturali e gli insetti utili, contribuisce a mantenere l'equilibrio ecologico e a rafforzare il ruolo degli organismi ausiliari nel contenimento delle popolazioni nocive.

6. Obvladovanje odpornosti: gre za nabor strategij za preprečevanje ali vsaj upočasnitev pojava odpornosti pri škodljivih organizmih, kot so žuželke, glivni patogeni, pleveli ali ogorčice, na fitofarmacevtska sredstva. Ponavljajoča se in nepremišljena uporaba aktivnih snovi z enakim mehanizmom delovanja povzroča močan selekcijski pritisk, saj spodbuja preživetje odpornih osebkov, ki se nato razmnožujejo in sčasoma vodijo v občutno zmanjšanje učinkovitosti razpoložljivih tretiranj, kar ima pomembne agronomske in ekonomske posledice. Za zmanjšanje tega tveganja IVR spodbuja celovit in raznolik pristop. Ključnega pomena je izmenično uporabljati fitofarmacevtska sredstva z različnimi mehanizmi delovanja, kot jih določajo mednarodne organizacije, kot so IRAC, FRAC in HRAC, da bi preprečili povzročanje prevelikega selekcijskega pritiska na isto ciljno populacijo. Ta načela vključujejo tudi omejitve števila tretiranj, ki jih ni dovoljeno izvajati po vnaprej določenem urniku, ampak le ob utemeljenem preseganju določenih pragov škodljivosti. Uporaba mora temeljiti na natančno prilagojenih in ciljno usmerjenih odmerkih, saj lahko prenizki odmerki spodbudijo razvoj delno odpornih osebkov, previsoki pa povečajo negativen vpliv na okolje, oboje pa je nezaželeno in neučinkovito. Drugi ključni vidik je vključevanje nekemičnih metod, ki zajemajo agronomske, biološke in mehanske ukrepe, kot so kolobarjenje, uporaba odpornih sort ter biološko varstvo, z namenom zmanjšanja odvisnosti od kemično sintetiziranih sredstev. Hkrati pa sistematično spremljanje občutljivosti populacij omogoča pravočasno prepoznavanje pojava odpornosti ter s tem hitro prilagoditev strategij varstva rastlin. Nazadnje k ohranjanju ekološkega ravnovesja in krepitvi vloge koristnih organizmov pri omejevanju škodljivcev pomembno prispeva izbira selektivnih fitofarmacevtskih sredstev, ki ne škodujejo naravnim sovražnikom in drugim koristnim žuželkam.
7. Ocena učinkovitosti: to je zadnje temeljno načelo IVR, ki je ključno za zagotavljanje, da so sprejete strategije varstva ne le učinkovite na kratki rok, temveč tudi dolgoročno vzdržne in da omogočajo stalne izboljšave. Ta proces temelji na sistematični

ing precision techniques (targeted or localized spraying) and modern application technologies equipped with devices to limit negative effects.

6. Resistance management. This refers to the set of strategies aimed at preventing or delaying the development of resistance in harmful organisms—whether insects, fungal pathogens, weeds, or nematodes—against plant-protection products. The repeated and non-rational use of active substances sharing the same mode of action exerts strong selective pressure, favouring the survival of resistant individuals which, through reproduction, gradually lead to a significant reduction in the effectiveness of available treatments, with notable agronomic and economic consequences. To reduce this risk, IPM promotes an integrated and diversified approach. It is essential to alternate plant-protection products with different modes of action, as classified by international bodies such as IRAC, FRAC and HRAC, in order to avoid the accumulation of selective pressure on the same target population. This principle is accompanied by limiting the number of treatments carried out, which should never be scheduled routinely, but always justified by the exceeding of intervention thresholds. Application must also be carried out with correct and targeted dosages, since both under-dosing, which favours the development of partially resistant individuals, and over-dosing, which increases environmental impact, are counterproductive. Another crucial aspect is the integration of non-chemical methods, including agronomic, biological and mechanical practices such as crop rotation, the use of resistant varieties, and the adoption of biological control, to reduce dependence on synthetic products. In parallel, the systematic monitoring of population sensitivity enables the early detection of emerging resistance, allowing a rapid adjustment of control strategies. Finally, the use of selective plant-protection products, capable of preserving natural antagonists and beneficial insects, helps maintain ecological balance and strengthens the role of auxiliary organisms in containing harmful populations.
7. Evaluation of effectiveness. This represents the final key principle of IPM and is essential to ensuring that

7. Valutazione dell'efficacia: rappresenta l'ultimo principio cardine dell'IPM ed è essenziale per garantire che le strategie di difesa adottate siano non soltanto utili nell'immediato, ma anche sostenibili e migliorabili nel lungo periodo. Questo processo si fonda sull'analisi sistematica dei risultati ottenuti a seguito di un intervento, confrontando gli obiettivi iniziali con gli effetti reali in termini di riduzione delle popolazioni nocive, contenimento dei danni economici e impatto sull'agroecosistema. In pratica, la valutazione dell'efficacia implica il monitoraggio post-trattamento delle colture, al fine di verificare se l'intervento effettuato ha mantenuto gli organismi nocivi al di sotto della soglia economica di danno. Oltre alla semplice misurazione della riduzione della popolazione parassitaria o della progressione della malattia, vengono presi in considerazione parametri quali la qualità e la quantità della produzione, la presenza di effetti collaterali sugli organismi utili e sull'ambiente e l'eventuale insorgenza di sintomi di resistenza. L'analisi dei dati raccolti permette di identificare punti di forza e criticità delle strategie applicate, fornendo le basi per correggere le decisioni future, sia nella scelta delle pratiche agronomiche sia nella selezione dei prodotti fitosanitari o dei metodi alternativi. Inoltre, la valutazione dell'efficacia contribuisce a migliorare i sistemi di supporto decisionale e ad aggiornare le soglie di intervento, adattandole alle condizioni locali e all'evoluzione dei parassiti e dei patogeni. In un approccio IPM ben strutturato, questa fase non si limita a un controllo tecnico dei risultati, ma assume un valore strategico, poiché consente di costruire un ciclo virtuoso di apprendimento e innovazione continua. La valutazione dell'efficacia diventa quindi uno strumento indispensabile per ottimizzare le risorse, ridurre gli impatti ambientali e garantire la resilienza dei sistemi agricoli nel lungo periodo.

analizi rezultatov po izvedenem ukrepu, pri čemer se začetni cilji primerjajo z dejanskimi učinki glede zmanjšanja populacij škodljivcev, omejitve gospodarske škode ter vpliva na agroekosistem. V praksi ocena učinkovitosti vključuje spremljanje stanja na posevkih po tretiranju, da se preveri, ali je izvedeni ukrep uspešno zadržal škodljive organizme pod gospodarskim pragom škodljivosti. Poleg preproste izmere zmanjšanja populacije škodljivcev ali napredovanja bolezni se upoštevajo tudi parametri, kot so kakovost in količina pridelka, morebitni neželeni učinki na koristne organizme in okolje ter razvoj znakov odpornosti. Analiza zbranih podatkov omogoča prepoznavanje močnih in šibkih točk uporabljenih strategij ter predstavlja osnovo za sprejemanje boljših odločitev v prihodnje, pri izbiri tako agronomskih praks kot fitofarmaceutskih sredstev ali alternativnih metod. Poleg tega ocena učinkovitosti prispeva k izboljšanju sistemov za podporo pri odločanju ter k prilagajanju pragov škodljivosti, ob upoštevanju lokalnih razmer in razvoja škodljivih organizmov. Pri dobro zasnovanem pristopu IVR ta faza ni le tehnični pregled rezultatov, temveč je strateškega pomena, saj zagotavlja sistematično učenje in stalno inoviranje. Ocena učinkovitosti tako postane nepogrešljivo orodje za optimalno rabo virov, zmanjšanje okoljskih vplivov in zagotavljanje odpornosti kmetijskih sistemov na dolgi rok.

the adopted crop protection strategies are not only effective in the short term, but also sustainable and capable of improvement over the long term. This process is based on the systematic analysis of the results obtained following an intervention, comparing the initial objectives with the actual outcomes in terms of reduction of harmful organism populations, containment of economic damage, and impact on the agroecosystem. In practice, evaluating effectiveness involves post-treatment monitoring of crops to verify whether the intervention has kept harmful organisms below the economic damage threshold. Beyond simply measuring the reduction of pest populations or the progression of disease, parameters such as yield quantity and quality, possible side effects on beneficial organisms and the environment, and the potential emergence of resistance symptoms are also taken into account. The analysis of the collected data allows strengths and weaknesses of the applied strategies to be identified, providing a basis for adjusting future decisions, both in the choice of agronomic practices and in the selection of plant-protection products or alternative methods. Moreover, the evaluation of effectiveness contributes to improving decision-support systems and updating intervention thresholds, adapting them to local conditions and to the dynamics of pests and pathogens. In a well-structured IPM approach, this phase is not limited to a technical check of results, but takes on strategic importance, as it enables the development of a virtuous cycle of continuous learning and innovation. Therefore, the evaluation of effectiveness becomes an indispensable tool for optimizing resources, reducing environmental impacts, and ensuring the resilience of agricultural systems over the long term.

Agricoltura Conservativa Flessibile Olistica



L'approccio ACFO (Agricoltura Conservativa Flessibile Olistica) considera il suolo come fattore di partenza sul quale basare modelli agronomici finalizzati a coniugare le esigenze alimentari con la necessità di salvaguardare l'ambiente e la salute dei cittadini. È proprio sul suolo, infatti, che in anni recenti si sono concentrati una parte importante degli impatti generati da pratiche agricole che hanno fatto ricorso in maniera poco accorta a fertilizzanti sintetici e pesticidi e a lavorazioni molto impattanti in particolari sul contenuto di sostanza organica del terreno.

Secondo un'indagine del 2024 del Joint Research Centre, almeno il 63% dei suoli dell'UE è interessato da processi di degrado, con un'erosione del suolo complessivamente a livello europeo pari a 1 miliardo di tonnellate all'anno, l'equivalente di circa 250.000 ettari se si considerasse lo strato superiore del suolo (40 cm). Inoltre, gli squilibri nutrizionali interessano attualmente il 74% dei suoli, con una stima di 70 milioni di tonnellate di carbonio organico perse dai suoli coltivati nell'UE e nel Regno Unito tra il 2009 e il 2018. Il costo della perdita di produttività dovuta al degrado dei terreni dell'UE è stimato in 1,2 miliardi di euro all'anno. Il contenuto di carbonio organico del suolo italiano sta anch'esso diminuendo rapidamente. In Veneto, i livelli sono scesi sotto l'1,5% nella maggior parte dei terreni coltivati. Questo scenario allarmante è dovuto principalmente alle pratiche agricole convenzionali che diminuiscono la produttività potenziale del suolo, cioè la fertilità, ciclo di coltivazione dopo ciclo di coltivazione. Le colture erbacee (cereali, oleaginose, leguminose, patate, barbabietole da zucchero) coprono gran parte dei terreni agricoli coltivati in Europa e svolgono un ruolo essenziale nell'alimentazione umana, nell'alimentazione zootecnica e come fonte di materie prime per scopi industriali (ad esempio amido, biocarburanti). Oggi, gli agricoltori europei si affidano ancora fortemente all'agricoltura convenzionale (CONV) basata sull'aratura per coltivare le principali colture erbacee e orticole. C'è un altrettanto forte uso di prodotti fitosanitari, nonostante le preoccupazioni sui loro effetti sia sull'ambiente che sulla salute umana. Questa preoccupazione si riflette a livello europeo nella strategia Farm-to-Fork, nella Direttiva 2009/128/CE e nell'attuale Politica Agricola Comune (PAC), che sostengono tutte un nuovo approccio sostenibile alle pratiche agricole.

Celostno, prilagodljivo, ohranitveno kmetijstvo

Pri pristopu celostnega, prilagodljivega, ohranitvenega kmetijstva (CPOK) so tla izhodiščni dejavnik za oblikovanje modelov kmetovanja, katerih cilj je usklajevanje prehranskih potreb z varstvom okolja in zdravja prebivalcev. Prav tla so v zadnjih letih utrpela velik del negativnih učinkov, ki so jih povzročile kmetijske prakse z nepremišljeno uporabo sintetičnih gnojil in pesticidov ter z intenzivnimi obdelavami, kar je posebej prizadelo vsebnost organske snovi v tleh.

Po podatkih raziskave Skupnega raziskovalnega središča iz leta 2024 je vsaj 63 % tal v EU prizadetih zaradi procesov degradacije. Skupna letna izguba prsti zaradi erozije znaša približno 1 milijardo ton, kar ob upoštevanju zgornje plasti tal (40 cm) ustreza približno 250.000 hektarjem. Poleg tega je kar 74 % tal trenutno prizadetih zaradi prehranskih neravnovesij, pri čemer je med letoma 2009 in 2018 prišlo v EU in v Združenem kraljestvu do izgube okoli 70 milijonov ton organskega ogljika iz kmetijskih tal. Strošek izgube produktivnosti zaradi degradacije tal v EU je ocenjen na približno 1,2 milijarde evrov letno. Tudi vsebnost organskega ogljika v tleh v Italiji hitro upada. V Venetu je na večini kmetijskih zemljišč vsebnost organskega ogljika padla pod 1,5 %. Za to zaskrbljujoče stanje so v veliki meri odgovorne konvencionalne kmetijske prakse, ki iz sezone v sezono zmanjšujejo proizvodni potencial tal, torej njihovo rodovitnost. Zelnote poljščine (žita, oljnice, stročnice, krompir, sladkorna pesa) zavzemajo velik del obdelanih kmetijskih površin v Evropi in imajo ključno vlogo pri prehrani ljudi in krmi živali ter kot vir surovin za industrijske namene (na primer škrob, biogoriva). Danes se evropski kmetje pri pridelavi glavnih poljščin in vrtnin še vedno močno zanašajo na konvencionalno kmetijstvo (KONV), ki temelji na oranju. Obenem je še vedno zelo razširjena uporaba fitofarmacevtskih sredstev, kljub zaskrbljenosti glede njihovih vplivov na okolje in zdravje ljudi. Ta skrb se odraža na evropski ravni v strategiji »od vil do vilic« (Farm-to-Fork), Direktivi 2009/128/ES ter v sedanji Skupni kmetijski politiki (SKP), ki vse podpirajo nov, trajnosten pristop h kmetijskim praksam. Konvencionalne kmetijske prakse, ki temeljijo na intenzivni obdelavi tal, so s pridelavo velikih količin hrane sicer omogočile doseganje pomembnih družbeno-ekonomskih ciljev, vendar je bilo na podlagi znanstvenih raziskav kot tudi obsežnih praktičnih izkušenj (na milijonih hektarjev kmetijskih površin) ugo-

Holistic Flexible Conservation Agriculture

The Holistic Flexible Conservation Agriculture approach, or ACFO, (from the Italian: *Agricoltura Conservativa Flessibile Olistica*) considers soil as the starting point on which to base agronomic models aimed at reconciling food production needs with the necessity of safeguarding the environment and public health. It is on the soil, in fact, that in recent years a significant share of the impacts generated by agricultural practices has been concentrated—particularly those involving the unregulated use of synthetic fertilizers and pesticides and highly impactful tillage operations, especially with regard to soil organic-matter content.

According to a 2024 survey by the Joint Research Centre, at least 63% of EU soils are affected by degradation processes, with soil erosion in Europe amounting to 1 billion tonnes per year—equivalent to approximately 250,000 hectares if one considers the upper soil layer (40 cm). Furthermore, nutrient imbalances currently affect 74% of soils, with an estimated 70 million tonnes of organic carbon lost from cultivated soils in the EU and the United Kingdom between 2009 and 2018. The cost of productivity losses due to soil degradation in the EU is estimated at €1.2 billion per year. The organic carbon content of Italian soils is also rapidly declining. In Veneto, levels have fallen below 1.5% in most cultivated soils. This alarming scenario is primarily due to conventional agricultural practices that reduce the soil's potential productivity, that is, its fertility, crop cycle after crop cycle. Herbaceous crops (cereals, oilseeds, legumes, potatoes, sugar beet) cover most of the cultivated agricultural land in Europe and play an essential role in human nutrition, animal feed, and as sources of raw materials for industrial purposes (for example, starch, biofuels). Today, European farmers still rely heavily on conventional agriculture (CONV) based on ploughing to cultivate major herbaceous and horticultural crops. There is also substantial use of plant-protection products, despite concerns about their effects on both the environment and human health. This concern is reflected at the European level in the Farm-to-Fork Strategy, Directive 2009/128/EC, and the current Common Agricultural Policy (CAP), all of which support a new sustainable approach to agricultural practices. Conventional agricultural practices based on intensive soil tillage—while capable of achieving significant socio-economic objectives through high



Le pratiche agricole convenzionali basate su intense lavorazioni del suolo, per quanto capaci di raggiungere importanti obiettivi socioeconomici grazie alle buone produzioni di cibo, hanno evidenziato, oltre che nelle ricerche scientifiche, anche su larghissima scala (milioni di ettari coltivati) l'effetto di progressiva riduzione del contenuto di sostanza organica dei suoli, accelerato ove il ciclo della sostanza organica sia stato interrotto (mancata restituzione della sostanza organica dal settore civile e/o zootecnico). Ciò ha conseguenze negative sia per la sostenibilità dell'agricoltura, in relazione al mantenimento del potenziale produttivo dei terreni, sia per l'ambiente a causa del rilascio di anidride carbonica nell'aria. Alcune pratiche agronomiche e tecniche innovative potrebbero essere in grado di invertire questa tendenza. Un approccio in particolare potrebbe essere in grado di invertire completamente la tendenza della riduzione del carbonio organico nel suolo, poiché utilizza pacchetti olistici di pratiche multiple che, se combinate, arrestano le perdite di carbonio e, anzi, lo sequestrano. Questo approccio, inoltre, promuove la biodiversità che è un effetto di importanza vitale nei siti Natura 2000 (A.A.V.V., 2022). INTERREG BEE-DIVERSITY (A.A.V.V., 2022) descrive e riporta delle buone pratiche che possono far coesistere pacificamente le pratiche agricole nei siti Natura 2000.

Un pacchetto olistico

Al fine di raggiungere questi risultati, viene individuato un pacchetto di coltivazione sostenibile costituito dalle pratiche sostenibili sopra descritte e da altre che, sulla base delle evidenze scientifiche, in sinergia possono portare da una parte al contenimento/azzeramento delle perdite di carbonio e dall'altra all'accumulo di carbonio. Questo pacchetto viene denominato ACFO (Agricoltura Conservativa Flessibile Olistica).

A) CONTENIMENTO/AZZERAMENTO DELLE PERDITE DI CARBONIO

1. Agricoltura di precisione, che deve diventare la base per qualsiasi decisione sulle pratiche agricole. L'agricoltura di precisione individua aree omogenee con modelli di previsione associati, fornendo un flusso continuo di informazioni su ciò di cui il

tovljeno, da to vodi v postopno izčrpavanje organske snovi v tleh. Ta proces se še pospeši tam, kjer je mo-teno kroženje organske snovi (organska snov iz gospo-dinjstev in živinoreje se ne vrača v tla). To ima negativne posledice tako za trajnost kmetijstva, saj ogroža ohra-njanje proizvodnega potenciala tal, kot tudi za okolje, ker prispeva k sproščanju ogljikovega dioksida v ozra-čje. Nekatere agronomske prakse in inovativne tehnike bi lahko ta trend obrnile. Poseben pristop lahko popol-noma obrne trend upadanja organskega ogljika v tleh, saj temelji na celostnih svežnjih več različnih praks, ki v medsebojni kombinaciji lahko ustavijo izgube ogljika in omogočajo njegovo vezavo.

Celosten sveženj ukrepov

Za dosego teh rezultatov je opredeljen celosten sve-ženj trajnostnih praks pridelave, ki vključuje prej opisa-ne trajnostne prakse in še druge, ki na podlagi znan-stvenih dokazov v sinergični povezavi lahko prispevajo tako k zamejitvi oziroma popolni zaustavitvi izgub oglji-ka kot tudi k njegovi akumulaciji. Ta sveženj se imenuje CPOK (celostno, prilagodljivo, ohranitveno kmetijstvo).

A) ZMANJŠANJE/PREPREČITEV IZGUB OGLJIKA

1. Precizno kmetijstvo mora postati osnova za vse odločitve glede kmetijskih praks. Pri preciznem kmetijstvu se določijo homogena območja s po-sebej v ta namen izdelanimi napovednimi modeli, ki zagotavljajo stalen pretok informacij o potrebah rastlinskega sistema oziroma tal. To omogoča učin-kovito rabo osnovnih kmetijskih vložkov (na primer hranila, semena, sredstva za zatiranje škodljivcev, namakanje) in njihovo prilagojeno odmerjanje [več podrobnosti o preciznem kmetijstvu je na voljo v dokumentu D.1.1].
2. Učinkovite sheme kolobarjenja, prilagojene speci-fičnim pedoklimatskim razmeram, omogočajo bla-ženje učinkov podnebnih sprememb: vključevanje in izmenjevanje dvokaličnic in enokaličnic, večji poudarek na jesensko-zimskih posevkih (vključno s krmnimi rastlinami za živinorejske kmetije) ter iz-bira vrst, ki porabijo manj vode za enoto pridelane suhe snovi, ali tistih, ki bolje prenašajo slanost tal (pri kmetijah na obalnih območjih); učinkovitost teh

levels of food production—have been shown, both in scientific research and on a very large scale (millions of cultivated hectares), to progressively reduce soil organic-matter content. This decline has been acceler-ated where the organic-matter cycle has been inter-rupted (lack of return of organic matter from civil and/ or livestock systems).

This has negative consequences both for agricultural sustainability, in terms of maintaining the productive potential of soils, and for the environment, due to carbon-dioxide emissions into the atmosphere and a general reduction in ecosystem biodiversity. Cer-tain agronomic practices and innovative techniques could help reverse this trend. One particular approach may be capable of completely reversing the decline in soil organic carbon, as it employs holistic packages of multiple practices that, when combined, halt carbon losses and sequester carbon. This approach also ena-bles biodiversity to recover recovery, which is vital in Nature 2000 sites (A.A.V.V., 2022).

INTERREG BEE-DIVERSITY (A.A.V.V., 2022) describes the good practices that will enable agriculture and nature to co-exist peacefully in NATURE 2000 sites.

A holistic package

In order to achieve these results, a sustainable cultiva-tion package has been devised, consisting of the sus-tainable practices described above together with ad-ditional practices which, based on scientific evidence, can act synergistically to both contain or eliminate car-bon losses and promote carbon accumulation. This package is referred to as “ACFO” (Flexible Holistic Con-servation Agriculture).

A) REDUCTION / ELIMINATION OF CARBON LOSSES

1. Precision agriculture must become the basis for any decision regarding agricultural practices. Preci-sion agriculture identifies homogeneous areas with associated predictive models, providing a continu-ous flow of information on the needs of the plant/ soil system, so that variable-rate application of the main production inputs (e.g., nutrients, seed, plant-protection agents for harmful organisms, irrigation) can be performed efficiently and variable dosages

sistema pianta/suolo ha bisogno, in modo che l'applicazione a rateo variabile dei principali fattori di produzione (ad esempio nutrienti, semente, agenti di controllo per organismi nocivi, irrigazione) possa essere eseguita in modo efficiente e possano essere introdotti dosaggi variabili [informazioni più approfondite sull'agricoltura di precisione sono fornite nel deliverable D.4.1 del progetto BEE2GETHER];

2. Rotazioni colturali efficaci e adatte alle specifiche condizioni pedo-climatiche che consentano una mitigazione degli effetti del cambiamento climatico: integrazione e alternanza di dicotiledoni e monocotiledoni, valorizzazione delle colture autunno-vernine anche come erbai per le aziende zootecniche, colture con minor consumo di acqua per unità di sostanza secca prodotta e colture con maggior tolleranza alla salinità (aziende in zone costiere); l'efficacia sarà da valutare considerando nel complesso la rotazione, non le singole colture inserite, in termini di costi, consumo d'acqua, bilancio energetico, impatto ambientale e generale riduzione di fitofarmaci;
3. Difesa Integrata Avanzata: i) sfruttando pratiche agronomiche alternative per aumentare la biodiversità degli ecosistemi (Attuazione del principio di prevenzione secondo la direttiva 2009/128/CE, allegato III); ii) seguendo bollettini informativi prodotti da agenzie ed enti di assistenza e consulenza (ad esempio, il Bollettino Colture Erbacee (BCE) prodotto da Veneto Agricoltura - www.venetoagricoltura.org/newsletter/bollettino-culture-erbacee), sulla base di monitoraggi specifici, evitando l'uso profilattico di fitofarmaci chimici di sintesi, riducendone drasticamente l'uso a parità di risultati produttivi, con particolare attenzione a quelli (ad es. geo-insetticidi) che possono influire negativamente sulla biodiversità del suolo e sui cicli di evoluzione della sostanza organica che in primis si vuole promuovere e indirizzare alla formazione di composti stabili;
4. Agricoltura conservativa flessibile (ACF) che ha come pilastri la rotazione delle colture (vedi sopra), la copertura continua del suolo con colture di copertura e residui colturali, l'eliminazione o riduzione delle lavorazioni, evitando l'inversione degli strati e

praks se bo ocenjevala celostno, na ravni celotnega kolobarja in ne posameznih posevkov, ob upoštevanju stroškov, porabe vode, energijske bilance, okoljskih vplivov in splošnega zmanjšanja uporabe fitofarmaceutskih sredstev.

3. Napredno integrirano varstvo rastlin: i) z izvajanjem alternativnih agronomskih praks za povečanje biotske raznovrstnosti ekosistemov (izvajanje načela preprečevanja v skladu z Direktivo 2009/128/ES, Priloga III); ii) z upoštevanjem strokovnih biltenov, ki jih pripravljajo agencije ter svetovalne in podporne službe (na primer BCE – Bilten za poljščine, ki ga izdaja Veneto Agricoltura – www.venetoagricoltura.org/newsletter/bollettino-coltura-erbacee), na podlagi ciljno usmerjenega spremljanja. S tem se prepreči preventivna in rutinska uporaba kemično sintetiziranih fitofarmaceutskih sredstev in občutno zmanjša njihova poraba, ne da bi se pri tem ogrozilo proizvodne rezultate, še posebej pri sredstvih (npr. talnih insekticidih), ki lahko negativno vplivajo na biotsko raznovrstnost tal in na procese preoblikovanja organske snovi, ki se jih želi spodbujati in usmerjati v tvorjenje stabilnih spojin.
4. Prilagodljivo ohranitveno kmetijstvo (POK) temelji na treh ključnih stebrih: kolobarjenju (glej zgoraj), stalni pokritosti tal s pokravnimi posevki ali ostanki posevkov ter odpravi oziroma zmanjšanju obdelave tal, ki poteka brez obračanja in bolj na površini; kadar je potrebno, se lahko poseže tudi globlje za razrahljanje zbitih tal, vendar vedno na način, ki preprečuje izpostavljanje organske snovi oksidaciji. Podatki s terena, zajeti v dolgem časovnem obdobju, kažejo, da lahko ta sveženj ukrepov ustavi/upočasni izgube ogljika iz kmetijskih tal ter izboljša stanje biotske raznovrstnosti tal. Rezultati projekta LIFE+ AGRICARE ter dolgoročne simulacije, ki temeljijo na povezavi med preciznim kmetijstvom in tremi temeljnimi načini ohranitvene obdelave tal (minimalna obdelava, neposredna setev neposredno in tračna obdelava tal – strip-tillage), so potrdili potencial za zmanjšanje emisij toplogrednih plinov ter povečanje zaloga ogljika v tleh.

B) KOPIČENJE OGLJIKA

Glavni cilj neobdelave oziroma čim manjše obdelave

can be introduced. [Further details on precision agriculture are provided in Deliverable D.1.1].

2. Effective crop rotations adapted to specific pedo-climatic conditions, enabling mitigation of the effects of climate change: integration and alternation of dicotyledons and monocotyledons; increased use of autumn–winter crops, including forage crops for livestock farms; selection of crops with lower water consumption per unit of dry matter produced, and crops with higher tolerance to salinity (for farms in coastal areas). The effectiveness of the rotation should be assessed as a whole, rather than evaluating individual crops in isolation, taking into account costs, water use, energy balance, environmental impact, and the overall reduction in the use of plant-protection products.
3. Advanced Integrated Pest Management (IPM): i) making use of alternative agronomic practices to increase ecosystem biodiversity (implementation of the prevention principle in accordance with Directive 2009/128/EC, Annex III); ii) following advisory bulletins produced by technical assistance and extension agencies, e.g. the Bulletin of Herbaceous Crops (BCE) www.venetoagricoltura.org/newsletter/bollettino-coltura-erbacee produced by Veneto Agricoltura, based on targeted monitoring, avoiding the prophylactic use of synthetic chemical plant-protection products, and drastically reducing their use while maintaining the same production results, with particular attention to those products (e.g., soil-applied insecticides) that may negatively affect soil biodiversity and the organic-matter cycling processes which are, first and foremost, intended to be promoted and directed towards the formation of stable compounds.
4. Flexible Holistic Conservation Agriculture (ACFO) is based on the following pillars: crop rotation (see above), continuous soil cover with cover crops and crop residues, and the elimination or reduction of tillage, preventing soil layer inversion and keeping operations as shallow as possible. Where necessary, deeper intervention may be carried out to de-compact the soil, while still avoiding exposing organic matter to oxidation. Long-term field data indicate that such a package has the potential to

rimanendo più superficiali possibile; quando necessario, un intervento più profondo può essere effettuato per de-compattare il suolo, sempre evitando di esporre la sostanza organica all'ossidazione. I dati di campo di lungo periodo indicano come tale pacchetto abbia il potenziale di fermare/rallentare le perdite di carbonio del suolo agrario e indurre un miglioramento della biodiversità del suolo stesso. I risultati del progetto LIFE+ AGRICARE e le relative simulazioni sul lungo periodo, frutto dell'abbinamento tra agricoltura di precisione e le tre modalità fondamentali della gestione conservativa del suolo (minima lavorazione, semina su sodo e strip-tillage), hanno confermato il potenziale di riduzione dei gas climalteranti e dell'accumulo di carbonio nel suolo.

B) ACCUMULO DI CARBONIO

La non o la minima lavorazione hanno come obiettivo principale quello di ridurre molto o evitare la perturbazione fisica del suolo. La distruzione periodica degli aggregati espone la materia organica a una rapida ossidazione microbica, rompe ed espone i microaggregati all'ossigeno e porta al rilascio di anidride carbonica bloccata nel suolo. Anche le comunità biologiche del suolo, esposte all'ossigeno, alle temperature più elevate, alla radiazione solare e alla predazione diretta diminuiscono significativamente quando disturbate da una lavorazione frequente, profonda e intensa. Applicate le pratiche agronomiche che consentono una drastica riduzione/azzeramento delle perdite, se non l'avvio di una lenta ricrescita dei livelli di carbonio nel suolo, l'accumulo progressivo del carbonio nel suolo fino al punto di equilibrio caratteristico per ogni specifica combinazione pedoclimatica può essere accelerato con tre principali strategie:

B1. ADOZIONE INTENSIVA DI COLTURE DI COPERTURA.

Se ridurre le lavorazioni non è sufficiente (da solo) per aumentare il carbonio organico del suolo, è fondamentale favorire il suo ritorno in particolare grazie all'intensificazione della fissazione del carbonio con la fotosintesi. Come previsto nel pacchetto descritto sopra (A) il terreno va mantenuto coperto con piante vive il più a lungo possibile. Si può accelerare il ripristino dei livelli di carbonio nel terreno

ve tal je močno omejiti ali preprečiti fizične motnje tal. Občasno drobljenje agregatov izpostavi organsko snov hitri mikrobni oksidaciji, razbije mikroagregate in jih izpostavi kisiku ter povzroči sproščanje ogljikovega dioksida, vezanega v tleh. Tudi število organizmov v tleh, izpostavljenih kisiku, višjim temperaturam, sončnemu sevanju in neposrednemu plenjenju, se ob pogosti, globoki in intenzivni obdelavi tal znatno zmanjša. Z uvedbo kmetijskih praks, ki omogočajo drastično zmanjšanje ali popolno odpravo izgub, če ne celo začetek počasnega ponovnega naraščanja ravni ogljika v tleh, je mogoče pospešiti postopno kopičenje ogljika v tleh do ravnovesnega stanja, značilnega za vsako specifično pedoklimatsko kombinacijo, s pomočjo treh glavnih strategij:

B1. ŠIROKA UPORABA POKRIVNIH POSEVKOV. Če omejitve obdelave tal sama po sebi ni dovolj za povečanje vrednosti organskega ogljika v tleh, je ključnega pomena spodbuditi njegovo vračanje predvsem z večjo fiksacijo ogljika s fotosintezo. Kot je predvideno v zgoraj opisanem svežnju (A), je treba tla ohranjati čim dlje pokrita z živimi rastlinami. Obnovo založenosti tal z ogljikom je mogoče pospešiti z zasaditvijo pokravnih posevkov, ki v obdobjih po spravilu posevkov, ki se gojijo kot glavni pridelek (in prinašajo dobiček), ustvarijo velike količine biomase in s tem vežejo ogljikov dioksid. Na ta način se dodatno spodbudi prehranjevanje talnih organizmov z izločki korenin in rizodepoziti. Poleg tega se na pokravnih rastlinah lahko razrastejo bakterije, ki so fiksatorji dušika; te ujamejo in reciklirajo ne le topni dušik, ki se zlahka izpira, temveč tudi druge hranilne snovi ter jih po razgradnji naredijo dostopnejše za naslednje rastline (glavne/tržne kulture). Načeloma velja, da pokravnih posevki, sestavljeni iz mešanic različnih vrst ali še boljše različnih botaničnih družin, dajejo boljše in stabilnejše rezultate. S takšno izbiro je mogoče pokrivne posevke, ki so sicer temeljni element strategije CPOK, učinkovito izkoristiti za pospešeno povečanje vsebnosti ogljika in biotske raznovrstnosti v tleh.

B2. VNOS KAKOVOSTNE ORGANSKE SNOVI (sklenitev ogljikovega cikla) Organska snov, ki jo je treba vrniti ali dodati tlam, mora biti kakovostna, torej sestavljati

halt or slow down soil carbon losses and to improve soil biodiversity. The results of the LIFE+ AGRICARE project and the related long-term simulations—derived from the combination of precision agriculture and the three fundamental methods of conservation soil management (minimum tillage, no-till, and strip-tillage)—confirmed the potential to reduce greenhouse gas emissions and increase carbon sequestration in the soil.

B) CARBON STORAGE

No-tillage or minimum tillage have as their primary objective the significant reduction or complete avoidance of physical disturbance to the soil. Periodic disruption of soil aggregates exposes organic matter to rapid microbial oxidation, breaks apart microaggregates, exposing them to oxygen, and leads to the release of carbon dioxide previously stored in the soil. Soil biological communities, when exposed to oxygen, higher temperatures, solar radiation and direct predation, also decline significantly when subjected to frequent, deep and intensive tillage. When agronomic practices are applied that allow a drastic reduction or elimination of carbon losses—if not the initiation of a slow recovery of soil carbon levels—the progressive accumulation of carbon in the soil, up to the equilibrium point characteristic of each specific pedo-climatic context, can be accelerated through three main strategies:

B1. INTENSIVE ADOPTION OF COVER CROPS. If reducing tillage alone is not sufficient to increase soil organic carbon, it becomes essential to promote its replenishment, particularly through the intensification of carbon fixation via photosynthesis. As provided in the package described above (A), the soil must be kept covered with living plants for as long as possible. The restoration of soil carbon levels can be accelerated by carefully managing cover crops to ensure the production of substantial amounts of biomass that fix carbon dioxide during periods when cash crops are not grown. In doing so, the soil's living communities are further supplied with root exudates and rhizodeposits. Cover crops can also host nitrogen-fixing bacteria and capture and



curando in modo particolare le colture di copertura favorendo la produzione di importanti quantità di biomassa che fissano anidride carbonica nei periodi in cui non vengono coltivate colture da reddito; così facendo si favorisce ancor più l'alimentazione delle comunità viventi del suolo con essudati radicali e rizodeposizioni. Le stesse, inoltre, possono ospitare batteri azoto fissatori e catturare e riciclare non solo l'azoto solubile, facilmente lisciviabile, ma anche tutti gli altri nutrienti, rendendoli più disponibili per le piante successive (colture da reddito) dopo la loro decomposizione. Indicativamente le colture di copertura costituite da miscele di specie diverse o, meglio, di famiglie botaniche diverse danno risultati migliori e più stabili: con queste scelte si possono sfruttare le colture di copertura, che comunque nella strategia ACFO sono un elemento fondamentale, per promuovere un aumento accelerato del carbonio e della biodiversità del suolo.

B2. APPORTO DI SOSTANZA ORGANICA DI QUALITÀ (chiusura del ciclo del carbonio)

La sostanza organica da restituire o aggiungere al terreno deve essere di buona qualità, ovvero composta da molecole stabili tali da favorire una buona attività biologica del suolo che, da un lato, consenta il lento rilascio di nutrienti ad alta efficienza per le colture e, dall'altro, un equilibrio dinamico nel ciclo del carbonio per cui la lenta evoluzione porti all'accumulo dello stesso.

B3. AGROFORESTAZIONE

Un approccio moderno alla coesistenza di alberi e colture erbacee può garantire un accumulo di carbonio costante e oggettivamente verificabile. La messa a dimora di essenze arboree a ciclo breve, come pioppo e paulownia, con una densità di circa 30-50 piante/ha può garantire accumuli annui di carbonio significativi. Sebbene non vi siano ancora studi significativi a lungo termine sull'ambiente veneto-padano, la bibliografia sui risultati in condizioni simili indica accumuli di carbonio apprezzabili.

Dal 2018, presso l'azienda pilota e dimostrativa "Sasse Rami" di Ceregno (RO), gestita da Veneto Agricoltura, si stanno valutando sistemi agroforestali a scopo dimostrativo-sperimentale, che rappresentano modelli di interazione programmata tra colture arboree e colture erbacee, sulla stessa

vljena iz stabilnih molekul, ki spodbujajo biološko aktivnost tal. Ta na eni strani omogoča počasno sproščanje visoko učinkovitih hranil za rastline, na drugi strani pa zagotavlja dinamično ravnovesje v ogljikovem ciklu, kjer počasna razgradnja vodi v njegovo kopičenje.

B3.AGROGOZDARSTVO

Sodoben pristop k sočasnemu gojenju dreves in posevkov lahko zagotovi stalno in objektivno preverljivo kopičenje ogljika v prsti. S sajenjem hitro rastočih drevesnih vrst, kot sta topol in pavlovni-ja, z gostoto približno 30–50 dreves na hektar, je mogoče zagotoviti pomembne letne zaloge ogljika. Čeprav za območje Veneta in Padske nižine še ni na voljo pomembnejših dolgoročnih študij, literatura glede rezultatov v podobnih razmerah navaja precejšnje zaloge ogljika.

Od leta 2018 potekajo na pilotni demonstracijski kmetiji Sasse Rami v Ceregnanu (RO), ki jo vodi Veneto Agricoltura, ocene agrogozdarskih sistemov v demonstracijske in eksperimentalne namene. Ti sistemi predstavljajo modele predvidenih interakcij med drevesnimi vrstami in posevki na isti kmetijski površini. Pridelovalni sistem, odporen na podnebne spremembe, kjer se ocenjuje učinek nizke gostote dreves (30–90 dreves na hektar) na letne poljščine v kolobarju in na lastnosti tal (predvsem vsebnost ogljika in biotska raznovrstnost). Predlagani sistemi temeljijo na treh vrstah: a) agrogozdarski pasovi s topolovimi kloni z večjo okoljsko trajnostjo (MSA); b) pasovi s kombinacijo topolovih klonov MSA in drugih eksperimentalnih klonov, ki še niso razvrščeni kot MSA; c) agrogozdarski pasovi s topolovimi kloni MSA (Tucano in AF8), ki se vzdolž pasu izmenjujejo z dobom. Maja 2024 je podjetje Veneto Agricoltura poskusno zasadilo nasad leske kot del agrogozdarskega sistema, starega sedem let, sestavljenega iz različnih topolovih klonov MSA za izdelavo kakovostnega furnirja, ki so bili vzgojeni v mešanih posevkih s poljščinami in pokrivnimi kulturami po načelih CPOK.

recycle not only soluble nitrogen, which is easily leached, but also other nutrients, making them more readily available for subsequent crops (cash crops) after decomposition. In general terms, cover crops composed of mixtures of different species or, preferably, of different botanical families, provide better and more stable results. By adopting such choices, cover crops—which in the ACFO strategy are already a fundamental component—can be used to promote an accelerated increase in soil carbon and soil biodiversity.

B2.INPUT OF HIGH-QUALITY ORGANIC MATTER (closing the carbon cycle)

The organic matter returned or added to the soil must be of high quality, meaning that it should be composed of stable molecules capable of supporting robust soil biological activity. This ensures, on the one hand, the slow and efficient release of nutrients for crops and, on the other, a dynamic balance in the carbon cycle in which the gradual transformation of organic matter leads to carbon accumulation.

B3.AGROFORESTRY

A modern approach to the coexistence of trees and herbaceous crops can ensure continuous and objectively verifiable carbon accumulation. The planting of short-rotation tree species, such as poplar and paulownia, at a density of approximately 30–50 plants/ha can guarantee significant annual carbon sequestration. Although long-term studies for the Veneto–Po Valley region are not yet available, the literature from comparable environments indicates appreciable carbon accumulation.

Since 2018, at the pilot and demonstration farm “Sasse Rami” in Ceregnano (Rovigo province), managed by Veneto Agricoltura, agroforestry systems have been evaluated for demonstration and experimental purposes. These systems represent programmed interaction models between tree crops and herbaceous crops on the same agricultural land. This is a climate-resilient production model which assesses the effects of low tree densities (30–90 plants/ha) on annual rotational crops and on soil characteristics (primarily carbon content and biodiversity).



superficie agricola. Un modello produttivo resiliente ai cambiamenti climatici, dove viene valutato l'effetto di basse densità di alberi (30-90 piante/ha) sulle colture agrarie annuali in rotazione e sulle caratteristiche del terreno (in primis contenuto di carbonio e biodiversità). I sistemi proposti fanno riferimento a 3 tipologie: a) filari di agroforestazione con diversi cloni di pioppo a maggior sostenibilità ambientale (MSA); b) filari di agroforestazione con diversi cloni di pioppo MSA ed altri cloni sperimentali non ancora classificati MSA; c) filari di agroforestazione con cloni di pioppo MSA (Tucano e AF8) e farnia alternata lungo la fila. A partire da maggio 2024, Veneto Agricoltura ha realizzato una prova comprendente la piantagione di filari di nocciolo da frutto inseriti in un sistema agroforestale maturo di 7 anni, costituito da diversi cloni di pioppo MSA per la produzione di legname per sfogliati di qualità, coltivati in consociazione a seminativi e colture di copertura in base ai principi ACFO.

Il più grande esperimento su scala reale di lungo termine sul futuro dell'agricoltura europea

Sulla base dell'approccio scientifico sopra menzionato, Veneto Agricoltura ha intrapreso da molti anni una sperimentazione presso le aziende in gestione. Tale sperimentazione prevede che la superficie coltivata delle aziende pilota sia divisa in due parti. Circa il 50% è coltivato secondo il pacchetto (ACFO), mentre l'altro 50% con un approccio CONVENZIONALE (CONV) in un layout sperimentale a blocchi randomizzati. I blocchi, ciascuno dei quali ospita in parte ACFO e in parte CONV, sono le zone omogenee individuate secondo le tecniche dell'agricoltura di precisione e sono numerosi in ciascuna azienda agricola portando a un numero elevato di ripetizioni dello stesso trattamento (costituite dagli appezzamenti).

Il pacchetto rigenerativo (ACFO) comprende:

1. AGRICOLTURA DI PRECISIONE: guida semi-automatica e rateo-variabile per tutti i fattori di produzione, inclusa l'acqua, basato su modelli previsionali

Najobsežnejši dolgoročni eksperiment v realnih razmerah o prihodnosti evropskega kmetijstva

Na podlagi zgoraj omenjenega znanstvenega pristopa podjetje Veneto Agricoltura že vrsto let opravlja poskuse na kmetijah v lastnem upravljanju. Pri teh poskusih je obdelovalna površina pilotnih kmetij razdeljena na dva dela. Približno 50 % površine je obdelane po svežnju CPOK, drugih 50 % pa po KONVENCIONALNEM (KONV) pristopu po metodi blokov z naključno razporeditvijo znotraj bloka. Vsak blok, ki deloma vključuje CPOK in deloma konvencionalni pristop (KONV), predstavlja homogeno območje, opredeljeno s tehnikami preciznega kmetijstva. Na vsaki kmetiji je takšnih blokov več, kar omogoča številne ponovitve istega načina obdelave (vsak blok obsega več njiv).

Regenerativni sveženj (CPOK) vključuje:

1. PRECIZNO KMETIJSTVO: polavtomatsko vodenje in variabilno odmerjanje vseh kmetijskih vložkov, vključno z vodo, temelji na celostnih napovednih modelih, ki za vsako homogeno območje upoštevajo tako pedoklimatske značilnosti kot zgodovinske podatke in kratkoročne vremenske napovedi. Ti modeli stalno ocenjujejo potrebe po proizvodnih dejavnikih, da sistemu rastlina/prst zagotavljajo ravno toliko, kolikor je potrebno za ohranjanje proizvodnega potenciala. Ti modeli so integrirani ali povezani z dodatnimi, ki napovedujejo razvoj glavnih patogenov in fitofagov, kar povečuje učinkovitost uporabe integriranega varstva rastlin (IVR).
2. PRIMERNO KOLOBARJENJE (čim bolj kompleksno in raznoliko)
3. STALNA POKRITOST TAL s pokrivnimi posevki, izbranimi glede na stanje tal in na agronomske potrebe (npr. fiksacija dušika, pridelava biomase za zatiranje plevela ali uporaba biocidnih vrst tam, kjer je treba zmanjšati škodljivce v tleh, z izogibanjem vpliva fitofarmacevtskih sredstev na biotsko raznovrstnost).
4. BREZ ODSTRANJEVANJA RASTLINSKIH OSTANKOV in ohranjanje slednjih tudi za pokrivanje tal; sla-

The systems under study refer to three typologies: a) agroforestry rows with different poplar clones of high environmental sustainability (MSA); b) agroforestry rows with MSA poplar clones along with other experimental clones not yet classified as MSA; c) agroforestry rows with MSA poplar clones (Tucano and AF8) and pedunculate oaks alternated along the row. In addition, since May 2024, Veneto Agricoltura has been running a trial consisting of planting rows of fruit-bearing hazelnut trees within a mature 7-year-old agroforestry system composed of various MSA poplar clones cultivated for high-quality veneer wood production, intercropped with arable crops and cover crops in accordance with ACFO principles.

The largest long-term, full-scale experiment on the future of European agriculture

Based on the scientific approach mentioned above, Veneto Agricoltura has for many years carried out experimentation on the farms it manages. This experimentation involves dividing the cultivated area of the pilot farms into two parts. Approximately 50% is cultivated according to the ACFO package, while the remaining 50% is managed under a CONVENTIONAL (CONV) approach, within a randomized block experimental layout. The blocks, each of which contains both ACFO and CONV management sections, correspond to homogeneous zones identified using precision agriculture techniques. Each farm contains several such blocks, resulting in a high number of replicated treatments (represented by the individual plots).

The regenerative package (ACFO) includes:

1. PRECISION AGRICULTURE: semi-automatic guidance and variable-rate application for all production inputs, including water, based on holistic crop forecasting models that, for each homogeneous zone, take into account both pedo-climatic characteristics and historical data together with short-term weather forecasts, in order to continuously



olistici colturali che considerano, per ciascuna zona omogenea, sia le caratteristiche pedoclimatiche, sia le serie storiche e le previsioni meteo a breve in modo da stimare in continuo le esigenze in fattori produttivi così da fornire al sistema pianta/terreno quanto effettivamente necessario per mantenere il potenziale produttivo; integrati od associati a questi modelli ci sono quelli in grado di prevedere l'evoluzione dei principali patogeni e fitofagi, rendendo più efficace l'applicazione della Difesa Integrata;

2. **ROTAZIONE ADATTA** (il più possibile complessa e diversificata)
3. **COPERTURA CONTINUA DEL SUOLO**, con colture di copertura scelte in base alle condizioni del suolo e alle esigenze agronomiche (ad esempio, fissazione dell'azoto, produzione di biomassa per competere con le infestanti o specie biocide quando è necessaria la riduzione dei parassiti del suolo, evitando l'impatto dei prodotti fitosanitari sulla biodiversità);
4. **NESSUNA ASPORTAZIONE DI RESIDUI COLTURALI** e loro mantenimento con funzione anche di copertura; la paglia non verrà rimossa ma nel caso fosse necessario farlo, il fertilizzante organico derivante (ad es. letame) verrà restituito al suolo;
5. **NESSUNA ARATURA** (minima o nessuna lavorazione) in base alla coltura e alle reali condizioni del suolo; semina su sodo ovunque e quando possibile, in particolare per cereali e soia e anche per colture di copertura al fine di promuovere un rapido insediamento;
6. **DECOMPATTAZIONE DEL SUOLO**, quando necessario, con il decompattatore (macchina adatta a ridurre la densità apparente del suolo) senza esporre la sostanza organica all'ossidazione;
7. **DIFESA INTEGRATA AVANZATA** come sopra descritto, con **NESSUN** o trascurabile utilizzo di geodisinfestanti chimici di sintesi (semi concitati con insetticidi) e progressiva riduzione anche dei fungicidi chimici di sintesi sia sul seme che sulla coltura grazie ai modelli olistici;
8. **AUMENTO DELLA COMPLESSITÀ DELL'ECOSISTEMA** nell'azienda agricola sia in campo che fuori campo, con piante legnose ed erbacee ai margini, anche favorendo indirettamente o direttamente i consorzi di microorganismi utili;

me se ne odstrani, če pa jo je treba odstraniti, se organski material vrne v prst kot organsko gnojilo (npr. gnoj).

5. BREZ ORANJA (le nujno potrebna obdelava ali brez nje) glede na posevek in na dejanske pogoje tal; neposredna setev kjer koli in kadar koli je mogoče, še posebej za žita, sojo in tudi za pokrivne posevke, da se spodbudi hitro ukoreninjenje.
6. RAHLJANJE TAL, po potrebi, z rahljalnikom, strojem, ki zmanjšuje navidezno gostoto tal, brez izpostavljanja organske snovi oksidaciji.
7. NAPREDNO INTEGRIRANO VARSTVO RASTLIN, kot je opisano zgoraj, BREZ uporabe kemično sintetiziranih talnih insekticidov ali z zanemarljivo uporabo slednjih (z insekticidom obdelano seme) in postopno zmanjševanje kemično sintetiziranih fungicidov tako na semenu kot na posevkih zahvaljujoč celostnim modelom.
8. POVEČANJE KOMPLEKSNOSTI EKOSISTEMA na kmetiji tako na polju kot zunaj njega, z lesnatimi in zelnatimi rastlinami ob robovih, tudi z neposrednim ali posrednim spodbujanjem združb koristnih mikroorganizmov.
9. KMETIJSKE PRAKSE ZA PREPREČEVANJE ZBITOSTI TAL: začeni z izbiro strojev, ki morajo biti lahki, z obremenitvijo na os, manjšo od 5 ton (nadzorovan promet za stroje z obremenitvijo nad 5 t/os, vključno s kombajni), pa tudi z uporabo radialnih pnevmatik z nizkim tlakom za lahke stroje (razen pri medvrstnih delih), vse do izbire sort/hibridov poletnih kultur s krajšo rastno dobo za zmanjšanje tveganja spravila na mokri zemlji.
10. ZMANJŠANJE UPORABE KEMIČNIH GNOJIL: delna zamenjava anorganskih gnojil z organskimi (s počasnim sproščanjem) in spodbujanje fiksacije dušika z uvajanjem oziroma spodbujanjem prostih fiksatorjev dušika v tleh in na površini tal ter povečanje razpoložljivosti drugih hranil tudi z vnosom bakterijskih združb.
11. UPRAVLJANJE VODA po načelih preciznega namakanja.

Kjer je mogoče, se bo vezavo ogljika pospeševalo z:

12. AGROGOZDARSTVOM (Projekt H2020 – Earthone

estimate input requirements and supply the plant/soil system with exactly what is needed to maintain productive potential. Integrated with these models are additional models capable of predicting the development of major pathogens and phytophagous pests, thereby enhancing the effectiveness of Integrated Pest Management;

2. SUITABLE (highly diversified and complex) CROP ROTATION
3. CONTINUOUS SOIL COVER, with cover crops selected according to soil conditions and agronomic needs (e.g., nitrogen fixation, biomass production to compete with weeds, or biocidal species when reduction of soil-borne pests is required, avoiding the impact of plant-protection products on biodiversity).
4. NO REMOVAL OF CROP RESIDUES and their maintenance as soil cover; straw will not be removed, but if removal is necessary, the organic material will be returned to the soil in the form of the resulting organic fertilizer (e.g., manure).
5. NO PLOUGHING (minimum or no tillage), depending on the crop and the actual soil conditions; direct drilling wherever and whenever possible, particularly for cereals and soybeans and also for cover crops, in order to promote rapid establishment.
6. SOIL DECOMPACTION, when necessary, using a subsoiler (a machine designed to reduce soil bulk density) without exposing organic matter to oxidation.
7. ADVANCED INTEGRATED PEST MANAGEMENT, as described above, with NO or negligible use of synthetic soil insecticides (e.g., insecticidal seed coatings) and a progressive reduction in synthetic chemical fungicides both on seed and in-crop, enabled by holistic predictive models.
8. INCREASED ECOSYSTEM COMPLEXITY within and around the farm, incorporating woody and herbaceous plants along field margins, also indirectly or directly supporting beneficial microbial consortia.
9. CULTIVATION PRACTICES TO PREVENT SOIL COMPACTION: beginning with the choice of machinery, which should be lightweight with an axle load of less than 5 t (controlled traffic for machinery ex-



9. PRATICHE COLTURALI PER PREVENIRE IL COMPATTAMENTO DEL SUOLO: a partire dalla scelta delle macchine che dovranno essere poco pesanti, con carico per asse inferiore a 5 t (traffico controllato per macchine con carico superiore a 5 t/asse incluse mietitrebbie), nonché l'uso di pneumatici radiali a bassa pressione per macchine leggere (salvo lavorazioni interfilari) fino alla scelta di cultivar/ibridi di colture estive a ciclo più breve per ridurre il rischio di raccolte su terreno bagnato;
10. RIDUZIONE FERTILIZZANTI CHIMICI: parziale sostituzione dei concimi inorganici con organici (lento rilascio) e promozione della azoto-fissazione favorendo/introducendo azoto fissatori liberi dentro e sopra il suolo e la disponibilità degli altri nutrienti anche con immissione di consorzi batterici;
11. GESTIONE DELL'ACQUA secondo i principi dell'irrigazione di precisione.

Ove possibile, l'incorporazione del carbonio sarà accelerata con:

12. AGROFORESTAZIONE (Progetto H2020 – Earthone <https://cordis.europa.eu/project/id/101181825>, azienda agricola pilota Sasse Rami);
13. FERTILIZZAZIONE INNOVATIVA con apporti significativi di fertilizzanti organici di qualità.

Il Pacchetto Convenzionale (CONV) è rappresentativo della modalità standard e più diffusa con cui gli agricoltori conducono le attività agricole. La lavorazione del suolo, in particolare l'aratura e altre forme di lavorazioni meccaniche finalizzate alla preparazione del letto di semina, costituisce il metodo più comune per predisporre il terreno ad accogliere una nuova coltura. I fertilizzanti minerali vengono impiegati per soddisfare le esigenze nutrizionali delle colture, al fine di incrementarne la produttività e lo sviluppo, mentre altri input (insetticidi, fungicidi, erbicidi) rappresentano gli unici mezzi utilizzati per proteggere le colture dagli organismi nocivi in grado di determinare perdite produttive dovute a competizione o a danni diretti, fenomeni talvolta aggravati dalla carenza di rotazioni colturali e di diversificazione. Il suolo rimane nudo tra una coltura e la successiva, spesso per diversi mesi, talvolta fino a 9 o 10. In alcuni casi non viene neppure coperto dai residui colturali (anch'essi destinati alla vendita).

<https://cordis.europa.eu/project/id/101181825>, pilotna kmetija Sasse Rami);

13. INOVATIVNIM GNOJENJEM z znatnimi vnosi kakovostnih organskih gnojil.

Konvencionalni sveženj (KONV) predstavlja standardni in najbolj razširjen način, s katerim kmetje izvajajo kmetijske dejavnosti. Obdelava tal, zlasti oranje in druge oblike mehanske obdelave, namenjene pripravi setvene plasti, predstavljajo najpogostejšo metodo za pripravo tal na novo setev oziroma zasaditev. Mineralna gnojila se uporabljajo za zadostitev prehranskim potrebam posevkov z namenom povečanja njihove produktivnosti in razvoja, medtem ko so drugi vložki (insekticidi, fungicidi, herbicidi) edina sredstva, ki se uporabljajo za zaščito kultur pred škodljivimi organizmi, ki lahko povzročijo izgube pridelka zaradi konkurence ali neposredne škode — pojav, ki ga včasih dodatno poslabša pomanjkanje kolobarjenja in raznovrstnosti pridelkov. Tla ostanejo med posameznimi posevki gola, pogosto več mesecev, včasih celo 9 do 10. V nekaterih primerih tla niso pokrita niti z rastlinskimi ostanki (ki so prav tako namenjeni prodaji). V tem obdobju se izvajajo dodatne mehanske obdelave tal. Velika večina praks in naložb je usmerjena v zagotavljanje hitrega donosa z naslednjim posevkom, brez posebnih ukrepov za vzdrževanje najpomembnejšega kapitala kmeta — rodovitnih tal.

Za spoštovanje veljavne zakonodaje, vključno s splošno potrebo po zmanjšanju vpliva kmetijskih praks, konvencionalni sveženj ukrepov (KONV) deli nekatere elemente z upravljanjem CPOK, zlasti izvajanje integriranega varstva rastlin (IVR), ki je obvezno od leta 2014, ter kolobarjenja, ki je eden njegovih temeljnih stebrov. Zaradi tega je konvencionalni sistem za številna evropska kmetijska gospodarstva že precej napreden, vendar se še vedno jasno razlikuje od popolnoma trajnostnega pristopa. Sveženj KONV tako obsega:

1. PRECIZNO KMETIJSTVO s spremenljivimi odmerki vseh proizvodnih dejavnikov, vključno z vodo (kot pri CPOK);
2. PRIMERNO KOLOBARJENJE, čim bolj kompleksno in raznoliko (kot pri CPOK);
3. GOLA TLA, po žetvi se ne seje nobena pokrivna rastlina, včasih pa se ostanki rastlin ohranijo do prve

ceeding 5 t/axle, including combines), and the use of low-pressure radial tyres for lighter machinery (except for inter-row operations), as well as choosing shorter-cycle summer crop cultivars/hybrids to reduce the risk of harvesting on wet soil.

10. REDUCTION OF SYNTHETIC FERTILIZERS: partial substitution of inorganic fertilizers with organic (slow-release) fertilizers, and promotion of nitrogen fixation by supporting / introducing free-living nitrogen fixers in and on the soil, as well as improving the availability of other nutrients through the introduction of beneficial microbial consortia.

11. WATER MANAGEMENT based on precision irrigation principles.

Where possible, carbon sequestration will be accelerated through:

12. AGROFORESTRY (H2020 Earthone Project <https://cordis.europa.eu/project/id/101181825> at the Sasse Rami pilot farm).

13. FERTILIZATION with significant inputs of high-quality organic fertilizers.

The Conventional Package (CONV) is representative of the standard and most widespread manner in which farmers manage agricultural activities. Soil tillage, particularly ploughing and other mechanical operations aimed at preparing the seedbed, is the most common method used to prepare the soil for a new crop. Mineral fertilizers are applied to meet the nutritional needs of crops in order to increase productivity and growth, while other inputs (insecticides, fungicides, herbicides) constitute the primary means used to protect crops from harmful organisms capable of causing yield losses due to competition or direct damage—phenomena sometimes exacerbated by limited crop rotation and diversification.

The soil remains bare between one crop and the next, often for several months, sometimes up to 9 or 10. In some cases, it is not even covered by crop residues (which may also be removed for sale). During this period, additional mechanical soil operations are often carried out. The vast majority of practices and investments are directed towards securing a rapid return with the next crop, without providing specific meas-

Durante tale periodo si eseguono ulteriori lavorazioni meccaniche del terreno. La grande maggioranza delle pratiche e degli investimenti è orientata a garantire un ritorno rapido con la coltura successiva, senza prevedere interventi specifici di manutenzione sul capitale più importante dell'agricoltore: il suolo (fertile).

Per rispettare la normativa vigente, inclusa l'esigenza generale di ridurre l'impatto delle pratiche agricole, il pacchetto CONV condivide alcuni elementi con la gestione ACFO, in particolare l'implementazione della Integrated Pest Management (IPM), obbligatoria dal 2014, e la rotazione colturale, che rappresenta uno dei suoi pilastri fondamentali. Ciò rende il sistema convenzionale già avanzato per molte aziende agricole europee, ma ancora distinguibile da un approccio pienamente sostenibile. Pertanto, il pacchetto CONV comprende:

1. PRECISION FARMING, con dosaggi variabili per tutti i fattori produttivi, inclusa l'acqua (come in ACFO);
2. ROTAZIONE ADATTA, la più complessa e diversificata possibile (come in ACFO);
3. SUOLO NUDO, dopo la raccolta non viene seminata alcuna cover crop, ma talvolta i residui vengono mantenuti fino alla prima lavorazione del terreno, che frequentemente corrisponde a quella menzionata nel punto successivo;
4. ARATURA, o talvolta minimum tillage, in funzione della coltura e delle effettive condizioni del suolo, in particolare per i cereali e durante autunni piovosi; erpicatura ed erpicatura a denti per la preparazione del letto di semina;
5. RIMOZIONE DEI RESIDUI COLTURALI, quando tali residui sono commerciabili (ad esempio la paglia di cereali dopo la raccolta);
6. DIFESA INTEGRATA AVANZATA, (come descritto sopra e in modo analogo al pacchetto ACFO), che comporta l'assenza o un uso trascurabile di insetticidi chimici di sintesi per il suolo (inclusi i semi concitati con insetticidi) e una riduzione progressiva dei fungicidi chimici di sintesi;
7. GESTIONE DELL'ACQUA, secondo i principi dell'irrigazione di precisione (Furlan *et al.* 2020);
8. FERTILIZZAZIONE STANDARD, con fertilizzanti inorganici, ma considerando le problematiche legate alla salinizzazione.

obdelave tal, ki se pogosto ujema s tisto iz sledeče točke;

4. ORANJE, ali včasih minimalna obdelava tal, glede na vrsto kulture in na dejanske razmere tal, zlasti pri žitih in med jesenskim deževjem; obdelava z brano/ zobato brano za pripravo setvene plasti;
5. ODSTRANITEV RASTLINSKIH OSTANKOV, kadar so ti ostanki namenjeni prodaji (na primer žitna slama);
6. NAPREDNO INTEGRIRANO VARSTVO RASTLIN (kot je opisano zgoraj in podobno kot pri svežnju CPOK), ki vključuje odsotnost ali zanemarljivo uporabo kemično sintetiziranih insekticidov za tla (vključno s semeni, obdelanimi z insekticidi) ter postopno zmanjševanje uporabe kemično sintetiziranih fungicidov;
7. UPRAVLJANJE VODA po načelih preciznega namakanja (Furlan et al. 2020);
8. STANDARDNO GNOJENJE z anorganskimi gnojili, ob upoštevanju težav, povezanih z zasoljevanjem tal.

ures to maintain the farmer's most important asset: fertile soil.

In compliance with current legislation, including the general requirement to reduce the environmental impact of agricultural practices, the CONV package shares some elements with the ACFO approach, in particular the implementation of Integrated Pest Management (IPM), mandatory since 2014, and crop rotation, which is one of its fundamental pillars. This makes the conventional system already relatively advanced for many European farms, yet still distinct from a fully sustainable approach. Therefore, the CONV package includes:

1. PRECISION FARMING, with variable-rate application for all production inputs, including water (as in ACFO).
2. SUITABLE CROP ROTATION, as complex and diversified as possible (as in ACFO).
3. BARE SOIL, where no cover crop is sown after harvest, although residues may sometimes be left on the surface until the first soil operation, which frequently corresponds to the one mentioned in the following point.
4. PLOUGHING, or sometimes minimum tillage, depending on the crop and the actual soil conditions, particularly for cereals and during rainy autumns; harrowing and cultivator passes for seedbed preparation.
5. REMOVAL OF CROP RESIDUES, when such residues have market value (e.g., cereal straw after harvest).
6. ADVANCED INTEGRATED PEST MANAGEMENT, (as described above and similarly to the ACFO package), which involves the absence or negligible use of synthetic soil insecticides (including insecticide-treated seeds) and a progressive reduction of synthetic fungicides.
7. WATER MANAGEMENT, according to the principles of precision irrigation (Furlan et al., 2020).
8. STANDARD FERTILIZATION, with inorganic fertilizers, while taking into account issues related to soil salinization.

Il ruolo della PAC per la sostenibilità dell'agricoltura



La Politica Agricola Comune (PAC) rappresenta lo strumento cardine attraverso cui l'Unione Europea orienta il settore primario verso modelli di produzione più sostenibili, resilienti e competitivi. Nella programmazione 2023–2027, la PAC integra pienamente gli obiettivi strategici del Green Deal europeo, della Strategia Farm to Fork e della Strategia per la biodiversità 2030, ponendo la sostenibilità al centro delle politiche di sostegno al reddito e di sviluppo rurale.

Uno degli elementi innovativi più rilevanti è costituito dagli ecoschemi, strumenti del primo pilastro concepiti per remunerare gli agricoltori che adottano pratiche agricole favorevoli alla tutela della biodiversità, alla riduzione delle emissioni climalteranti, al miglioramento della qualità del suolo e delle risorse idriche e al benessere animale. Sebbene la loro adesione sia volontaria, essi rappresentano una componente obbligatoria dei piani strategici nazionali e costituiscono quindi un incentivo concreto per la transizione ecologica del settore. Attraverso gli **ecoschemi**, l'UE ricompensa gli agricoltori che adottano o mantengono pratiche sostenibili che vadano oltre i requisiti minimi della condizionalità rafforzata (le norme obbligatorie come le Buone Condizioni Agronomiche e Ambientali, BCAA). Lo scopo è contribuire agli obiettivi ambientali del Green Deal europeo e delle Strategie Farm to Fork e Biodiversità 2030, fornendo beni pubblici come tutela del suolo, dell'acqua, del clima e della biodiversità. In sostanza, gli ecoschemi rappresentano il proseguimento e il potenziamento del "greening" della precedente PAC, con impegni aggiuntivi e mirati remunerati con un pagamento annuale per ettaro (o per capo allevato). Gli impegni devono essere definiti nei Piani Strategici Nazionali (PSN) di ciascun paese, in base ai propri fabbisogni, e contribuire ai target UE (es. riduzione emissioni, contrasto alla perdita di biodiversità, ecc.). Le tipologie di pratiche ammissibili sono pienamente coerenti con i principi di IPM e ACFO riportati in questo documento e comprendono, ad esempio, l'agroecologia (es. rotazioni estensive con leguminose, pascolo su prati permanenti), l'agricoltura conservativa e il carbon farming (es. minima lavorazione del suolo, gestione dei residui colturali per aumentare la sostanza organica), l'agricoltura di precisione (per uso efficiente di fitofarmaci, fertilizzanti e irrigazione). Ogni Stato membro ha

Vloga SKP pri trajnostnem razvoju kmetijstva

Skupna kmetijska politika (SKP) je ključni instrument, s katerim Evropska unija usmerja primarni sektor k bolj trajnostnim, odpornim in konkurenčnim modelom kmetijske proizvodnje. V programskem obdobju 2023–2027 SKP v celoti vključuje strateške cilje Evropskega zelenega dogovora, strategije »od vil do vilic« ter strategije za biotsko raznovrstnost do leta 2030, pri čemer postavlja trajnost v središče politik dohodkovne podpore in razvoja podeželja.

Eden najpomembnejših inovativnih elementov so **eko-scheme**, instrumenti prvega stebra za plačilo kmetov, ki izvajajo kmetijske prakse, ugodne za varstvo biotske raznovrstnosti, zmanjševanje emisij toplogrednih plinov, izboljšanje kakovosti tal in vodnih virov ter za dobrobit živali. Čeprav je vključevanje vanje prostovoljno, so ekosheme obvezna sestavina nacionalnih strateških načrtov in tako predstavljajo konkreten instrument spodbujanja ekološkega prehoda kmetijskega sektorja. EU prek ekoshem nagraduje kmete, ki uvajajo ali ohranjajo trajnostne prakse, ki presegajo minimalne zahteve okrepljene pogojenosti (obvezna pravila, kot so dobri kmetijski in okoljski pogoji – DKOP). Namen je prispevati k okoljskim ciljem Evropskega zelenega dogovora ter strategije »od vil do vilic« in »Strategije za biotsko raznovrstnost do leta 2030«, z zagotavljanjem javnih dobrin, kot so varstvo tal, vode, podnebja in biotske raznovrstnosti. V bistvu ekosheme predstavljajo nadaljevanje in nadgradnjo »ozelenitve« iz prejšnje SKP, z dodatnimi in ciljno usmerjenimi obveznostmi, ki so nagrajene z letnim plačilom na hektar (ali na glavo živali). Obveznosti morajo biti opredeljene v nacionalnih strateških načrtih (NSN) posamezne države glede na njene specifične potrebe, ter morajo prispevati k ciljem EU (npr. zmanjšanje emisij, zaustavitev izgube biotske raznovrstnosti itd.). Vrste upravičenih praks so v celoti skladne z načeli IPM in ACFO, navedenimi v tem dokumentu, ter vključujejo, na primer, agroekologijo (npr. obsežne rotacije z metuljnicami, paša na trajnih travnikih), ohranitveno kmetijstvo in projekt »carbon farming« (npr. minimalna obdelava tal, upravljanje z ostanki posevkov za povečanje organske snovi) ter precizno kmetijstvo (za učinkovito rabo fitofarmaceutskih sredstev, gnojil in namakanja). Vsaka država članica je iz menija EU izbrala ukrepe, ki so najbolj primerni za njen kontekst, ter merila za njihovo izvajanje opre-

The Role of the CAP for sustainability in agriculture

The Common Agricultural Policy (CAP) plays a key role in guiding the European Union's primary sector towards more sustainable, resilient and competitive production systems. In the 2023–2027 programming period, the CAP fully integrates the strategic objectives of the European Green Deal, the Farm-to-Fork Strategy and the EU Biodiversity Strategy for 2030, placing sustainability at the core of both income support and rural-development policies.

One of the most significant innovations is represented by the eco-schemes, tools of the first pillar designed to reward farmers who adopt agricultural practices that benefit biodiversity conservation, reduce greenhouse-gas emissions, improve soil and water quality, and promote animal welfare. Although participation is voluntary, **eco-schemes** form a mandatory component of national strategic plans and therefore represent a concrete incentive for the ecological transition of the sector. Through these instruments, the EU remunerates farmers who adopt or maintain sustainable practices that go beyond the minimum requirements of enhanced conditionality (i.e., the mandatory standards such as the Good Agricultural and Environmental Conditions – GAEC). The purpose is to contribute to the environmental goals of the Green Deal and the Farm-to-Fork and Biodiversity Strategies by providing public goods such as soil, water, climate and biodiversity protection.

In essence, eco-schemes represent the continuation and strengthening of the previous CAP's "greening" measures, with additional, targeted commitments remunerated through an annual payment per eligible hectare (or per livestock unit). Commitments must be defined in each Member State's National Strategic Plan (NSP) based on national needs and in line with EU targets (e.g., emission reductions, halting biodiversity loss). Eligible practices align closely with the principles of IPM and ACFO presented in this document and include agroecology (e.g., extended rotations with legumes, grazing on permanent grasslands), conservation agriculture and carbon farming (e.g., reduced tillage, residue management to build soil organic matter), and precision agriculture (for the efficient use of pesticides, fertilizers and irrigation).

selezionato dal menu UE le misure più adatte al proprio contesto, definendone i criteri di attuazione nel rispettivo Piano Strategico. Nel caso dell'Italia sono stati adottati 5 ecoschemi di cui 3 particolarmente attinenti a quanto sopra riportato: 1) l'inerbimento nelle colture arboree (Eco 2) che richiede la presenza di copertura erbosa nell'interfila (spontanea o seminata) di frutteti, vigneti e oliveti per un periodo definito (es. dal 15 settembre al 15 maggio), senza lavorazioni e con limitato uso di fitofarmaci, lasciando la biomassa come pacciamatura; 2) i sistemi foraggeri estensivi con avvicendamento (Eco 4) che incoraggia la rotazione agraria che include colture leguminose o foraggere, vieta la monosuccessione cerealicola, vieta fitofarmaci sui pascoli, e richiede l'interramento dei residui colturali, creando benefici ambientali e fitosanitari; 3) Misure specifiche per gli impollinatori, che promuove la semina o il mantenimento di aree fiorite nettariifere dove è vietato lo sfalcio e l'uso di pesticidi, al fine di preservare habitat vitali per api e insetti utili. In Slovenia è stato adottato un unico ecoschema relativo ai prati estensivi. Si tratta di una misura che incentiva la gestione estensiva dei pascoli (limitando la densità animale tra 0,2 e 0,9 Unità di Bestiame per ettaro [UBA/ha]) e impone il divieto di uso di fertilizzanti minerali e pesticidi su tali superfici. Questo impegno rappresenta una chiara risposta alla necessità di preservare praterie ecologicamente sensibili, ridurre l'impatto ambientale dell'allevamento intensivo e favorire pratiche agricole maggiormente sostenibili.

Parallelamente, la **condizionalità rafforzata** vincola l'erogazione dei pagamenti diretti, dei quali beneficiano la pressoché totalità degli agricoltori professionali europei, al rispetto di requisiti ambientali e normativi più stringenti. Si tratta di un meccanismo centrale della nuova architettura verde della politica agricola comune, volto a garantire che tutti i beneficiari dei pagamenti diretti e di specifiche misure dello sviluppo rurale rispettino standard ambientali, climatici e agronomici più rigorosi rispetto alle precedenti programmazioni. Essa combina i requisiti di gestione obbligatoria (Criteri di Gestione Obbligatoria, CGO), derivanti dall'applicazione di normative europee in materia di ambiente, salute pubblica, salute e benessere animale, con le buone condizioni agronomiche e ambientali (Buone Condizioni

delila v svojem nacionalnem strateškem načrtu. V primeru Italije je bilo sprejetih 5 ekoshem, od katerih se 3 posebej nanašajo na zgoraj navedeno: 1) zatravitev v nasadih (Eko 2), ki zahteva, da je medvrstni prostor v sadovnjakih, vinogradih in oljčnikih določen čas (npr. od 15. septembra do 15. maja) prekrit s (samoniklo ali vzgojeno) travo, brez obdelave tal in z omejeno uporabo fitofarmacevtskih sredstev, pri čemer se biomasa pusti kot zastirka; 2) ekstenzivni krmni sistemi z menjavanjem posevkov (Eko 4), ki spodbujajo kolobarjenje z vključevanjem metuljnic ali krmnih rastlin, prepovedujejo monokulturo žit kot tudi uporabo fitofarmacevtskih sredstev na pašnikih in zahtevajo zakopavanje rastlinskih ostankov, kar prinaša okoljske in fitosanitarne koristi; 3) posebni ukrepi za oprasovalce, ki spodbujajo setev ali ohranjanje cvetočih medonosnih površin, kjer sta prepovedana košnja in uporaba pesticidov, z namenom ohranjanja ključnih habitatov za čebele in koristne žuželke. V Sloveniji je bila sprejeta ena sama ekoshema, ki se nanaša na ekstenzivne travnike. Gre za ukrep, ki spodbuja ekstenzivno rabo pašnikov, tako da omejuje gostoto živine na 0,2 do 0,9 enote živine na hektar (EŽ/ha) ter prepoveduje uporabo mineralnih gnojil in pesticidov na teh površinah. Ta obveza je jasen odgovor na potrebo po ohranjanju okoljsko občutljivih travnikov, zmanjšanju okoljskega vpliva intenzivne reje in spodbujanju bolj trajnostnih kmetijskih praks.

Vzporedno s tem je **okrepljena pogojenost** pogoj za neposredno izplačilo sredstev, ki jih prejema skorajda večina evropskih poklicnih kmetov, in zahteva upoštevanje strožjih okoljskih ter regulativnih zahtev. Gre za osrednji mehanizem nove zelene arhitekture skupne kmetijske politike, ki zagotavlja, da vsi prejemniki neposrednih plačil in določenih ukrepov za razvoj podeželja upoštevajo strožje okoljske, podnebne in agronomske standarde v primerjavi s prejšnjimi programskimi obdobji. Združuje predpisane zahteve ravnanja (predpisane zahteve ravnanja, PZR), ki izhajajo iz izvajanja evropske zakonodaje na področju okolja, javnega zdravja, zdravja in dobrega počutja živali, z dobrimi kmetijskimi in okoljskimi pogoji (dobri kmetijski in okoljski pogoji, DKOP), ki določajo osnovne prakse pridelave in upravljanja z namenom varstva tal, vodnih virov in biotske raznovrstnosti. V primerjavi s preteklostjo, okrepljena pogojenost razširja in pogloblja vsebino dobrih kmetij-

Each Member State has selected the most appropriate measures from the EU menu and defined their implementation rules. In Italy, five eco-schemes have been adopted, three of which are particularly relevant to the approaches described above:

Grass cover in tree crops (Eco 2), requiring permanent or seasonal inter-row cover in orchards, vineyards and olive groves, without soil tillage and with limited pesticide use, leaving biomass as mulch;

Extensive forage systems with crop rotation (Eco 4), promoting rotations including legumes or forage crops, prohibiting continuous cereal monocropping, banning pesticide use on pastures, and requiring incorporation of crop residues;

Measures for pollinators, supporting the establishment or maintenance of flowering nectar-rich areas where mowing and pesticide use are restricted.

In Slovenia, a single eco-scheme has been adopted for extensive grasslands, incentivizing low livestock density (0.2–0.9 livestock units/ha) and banning mineral fertilizers and pesticides on these areas, in order to preserve ecologically sensitive grasslands and reduce the environmental impact of livestock production.

Alongside eco-schemes, **enhanced conditionality** links the granting of direct payments—received by almost all professional farmers in the EU—to compliance with stricter environmental and regulatory requirements. It combines the Statutory Management Requirements (SMR), derived from EU legislation on environment, public health and animal welfare, with the GAEC standards, which establish basic soil, water and biodiversity protection practices. Compared with the previous programming period, enhanced conditionality expands and strengthens the GAEC, introducing obligations such as maintaining permanent grasslands, protecting wetlands and peatlands, establishing buffer strips along watercourses, ensuring minimum soil cover during erosion-risk periods, implementing crop rotation and diversification, and conserving non-productive areas and landscape features.

Enhanced conditionality applies to almost the entire agricultural area covered by CAP payments—approximately 89% of EU farmland—thus ensuring consistent and widespread environmental protection (COM(2023)707 – Summary of CAP Strategic Plans

ni Agronomiche e Ambientali, BCAA), che stabiliscono pratiche colturali e gestionali di base finalizzate alla protezione del suolo, delle risorse idriche e della biodiversità. Rispetto al passato, la condizionalità rafforzata amplia e approfondisce i contenuti delle BCAA, includendo disposizioni quali il mantenimento dei prati permanenti, la protezione di aree umide e torbiere, la presenza obbligatoria di fasce tampone lungo i corsi d'acqua, la prevenzione dell'erosione mediante una copertura minima del suolo nei periodi critici, la rotazione e diversificazione delle colture, nonché la conservazione di superfici non produttive e di elementi caratteristici del paesaggio agricolo. Parallelamente, i CGO impongono il rispetto delle principali direttive europee, tra cui la Direttiva Quadro sulle Acque, la Direttiva Nitrati, le Direttive Habitat e Uccelli, oltre ai regolamenti relativi all'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari e al benessere degli animali allevati. L'applicazione della condizionalità rafforzata si estende alla quasi totalità della superficie agricola europea soggetta ai pagamenti PAC, coprendo circa l'89% dei terreni coltivati (COM(2023)707 – Report – Summary of CAP Strategic Plans for 2023-2027: joint effort and collective ambition) e determinando quindi un livello di protezione ambientale uniforme e generalizzato. Tale approccio contribuisce non solo alla riduzione dell'impatto dell'agricoltura sugli ecosistemi, ma anche al raggiungimento degli obiettivi delineati dal Green Deal europeo e dalle strategie Farm to Fork e Biodiversità 2030. La funzione strategica della condizionalità risiede quindi nella capacità di rendere vincolanti, per l'insieme degli agricoltori beneficiari, pratiche agronomiche fondamentali che rappresentano la base su cui costruire interventi più avanzati, come gli ecoschemi e le misure agro-climatico-ambientali dello sviluppo rurale.

A questi strumenti si aggiungono le misure del secondo pilastro, dedicate allo **sviluppo rurale**, che sostengono pratiche di gestione sostenibile delle risorse idriche e del suolo, incentivano investimenti nelle energie rinnovabili e nell'agricoltura di precisione e contribuiscono alla valorizzazione dei servizi ecosistemici e del paesaggio. In Italia il Piano Strategico Nazionale per la programmazione 2023-2027 ha attivato ventisei misure agro-climatico-ambientali (ACA) con una dotazione complessiva pari a circa 1,6 miliardi di euro. Le misure

skih in okoljskih pogojev (DKOP), saj vključuje določila, kot so ohranjanje trajnih travnikov, varstvo mokrišč in šotišč, obvezna vzpostavitev varovalnih pasov ob vodotokih, preprečevanje erozije z minimalno pokritostjo tal v kritičnih obdobjih, kolobarjenje in raznovrstnost posevkov ter ohranjanje neproduktivnih površin in značilnih krajinskih elementov kmetijske krajine. Poleg tega, PZR zahtevajo upoštevanje ključnih evropskih direktiv, med drugim Okvirne direktive o vodah, Direktive o nitratih, Direktiv o habitatih in pticah, ter uredb, povezanih s trajnostno rabo fitofarmacevtskih sredstev in z dobrobitjo rejnih živali. Načelo okrepljene pogojenosti se izvaja na skoraj celotni kmetijski površini v Evropi, upravičeni do izplačil v okviru SKP, in tako pokriva približno 89 % vseh obdelovalnih zemljišč (COM(2023)707 – Report – Summary of CAP Strategic Plans for 2023-2027: joint effort and collective ambition). S tem se vzpostavlja enotna in splošno razširjena raven okoljskega varstva. Ta pristop prispeva ne le k zmanjševanju vpliva kmetijstva na ekosisteme, temveč tudi k doseganju ciljev, opredeljenih v Zelenem dogovoru EU ter strategije »od vil do vilic« in strategije za biotsko raznovrstnost 2030. Strateška vloga pogojenosti je v njeni zmožnosti, da narekuje obvezno izvajanje temeljnih kmetijskih praks za vse upravičene kmete, pri čemer te prakse predstavljajo osnovo za nadgradnjo z naprednejšimi ukrepi, kot so ekosheme in kmetijsko-okoljsko-podnebni ukrepi v okviru razvoja podeželja.

Tem instrumentom se pridružujejo še ukrepi drugega stebra, namenjeni **razvoju podeželja**. Ti podpirajo trajnostno upravljanje z vodnimi in talnimi viri, spodbujajo naložbe v obnovljive vire energije in precizno kmetijstvo ter prispevajo k vrednotenju ekosistemskih storitev in krajine. V Italiji je bilo z nacionalnim strateškim načrtom za programsko obdobje 2023–2027 uvedenih šestindvajset kmetijsko-okoljsko-podnebnih ukrepov (AOP) s skupno finančno podporo v višini približno 1,6 milijarde evrov. Ukrepi zajemajo širok nabor dejavnosti, ki segajo od podpore integrirani pridelavi, namenjeni zmanjšanju uporabe fitofarmacevtskih sredstev, do spodbujanja tehnik ohranitvene obdelave tal, katerih cilj je izboljšanje strukture tal in njihove sposobnosti zadrževanja vode. Predvidene so spodbude za dodajanje organske snovi v tla s pomočjo praks, kot sta zeleno gnojenje in kompostiranje, pa

2023–2027). It forms the baseline upon which more advanced interventions, such as eco-schemes and agro-climatic-environmental measures under rural development, can be built.

The second pillar of the CAP, **rural development**, supports the sustainable management of water and soil resources, encourages investments in renewable energy and precision agriculture, and promotes the valorization of ecosystem services and landscape features. In Italy, the National Strategic Plan 2023–2027 has activated 26 agro-climatic-environmental measures (ACAs) with total funding of around €1.6 billion, covering integrated production, conservation tillage and soil organic matter enhancement (e.g., green manure, compost use), as well as conversion to and maintenance of organic farming. In Slovenia, priority is given to protecting permanent grasslands and wetlands, key tools for the sustainable management of carbon-rich soils, with allocated funding of €320 million.

Overall, the CAP constitutes the EU's main governance framework for supporting agriculture during the green transition, establishing minimum sustainability standards, incentivizing virtuous practices, and promoting innovation to reconcile productivity, competitiveness and the protection of natural resources. These objectives are supported by the **Agricultural Knowledge and Innovation System (AKIS)**, which facilitates the involvement of farmers and all knowledge actors, promoting the rapid transfer of research outcomes and new technologies into agricultural practice.

coprono un ampio spettro di azioni che spaziano dal sostegno alla produzione integrata, finalizzata alla riduzione dell'uso dei prodotti fitosanitari, alla promozione delle tecniche di lavorazione conservativa del suolo, volte a migliorarne la struttura e la capacità di ritenzione idrica. Sono previsti incentivi per l'apporto di sostanza organica nei terreni, attraverso pratiche quali il sovescio e l'impiego di compost, così come per la conversione e il mantenimento dell'agricoltura biologica, in linea con gli obiettivi di crescita del settore fissati a livello europeo. In Slovenia il Piano Strategico Nazionale ha individuato tra le priorità ambientali, la conservazione dei prati permanenti e la protezione delle zone umide e torbiere, ritenuti stratagemmi essenziali per la gestione sostenibile dei suoli ricchi di carbonio. L'importo destinato a questi interventi è pari a 320 milioni di euro.

La PAC si configura come il principale strumento di governance europea per accompagnare l'agricoltura nella transizione verde, imponendo standard minimi di sostenibilità, incentivando pratiche virtuose e sostenendo l'innovazione al fine di conciliare produttività, competitività e tutela delle risorse naturali. Tali obiettivi trovano nel **sistema AKIS** (Agriculture Knowledge and Innovation System) lo strumento per favorire il coinvolgimento degli agricoltori e di tutti gli attori della filiera della conoscenza, promuovendo la rapida introduzione dei risultati della ricerca e delle nuove tecnologie nei contesti produttivi.

AKIS: un sistema per promuovere la sostenibilità

La conoscenza e l'innovazione svolgono un ruolo cruciale nell'aiutare gli agricoltori e le comunità rurali ad affrontare le sfide presenti e future, compresa quella di orientare i percorsi produttivi verso la sostenibilità e la conservazione della biodiversità. Per garantire che le conoscenze siano condivise tra tutti coloro che le producono e le utilizzano, a partire dai centri di ricerca e le università, e che le persone siano connesse tra loro, sono necessari in tutta Europa Sistemi di Conoscenza e Innovazione Agricola (AKIS) efficaci.

tudi za prehod na ekološko kmetovanje in za njegovo vzdrževanje, skladno z evropskimi cilji za razvoj sektorja. V Sloveniji sta med okoljskimi prednostnimi nalogami Nacionalnega strateškega načrta ohranjanje trajnih travnikov ter zaščita mokrišč in šotnih tal, ki veljata za ključna ukrepa za trajnostno upravljanje tal z bogato vsebnostjo ogljika. Tem ukrepom je namenjenih 320 milijonov evrov.

SKP je temeljni evropski upravljavski instrument za podporo kmetijstvu pri zeleni preobrazbi, saj določa minimalne standarde trajnosti, spodbuja odgovorne prakse in podpira inovacije z namenom usklajevanja produktivnosti, konkurenčnosti in varstva naravnih virov. Ti cilji se uresničujejo prek sistema AKIS (sistem znanja in inovacij v kmetijstvu), ki predstavlja ključno orodje za vključevanje kmetov in vseh deležnikov v verigi znanja ter spodbuja hitro uvajanje raziskovalnih dosežkov in novih tehnologij v proizvodno prakso.

AKIS – sistem za spodbujanje trajnosti

Znanje in inovacije imajo ključno vlogo pri podpori kmetom in podeželskim skupnostim pri soočanju s sedanjimi in prihodnjimi izzivi, tudi pri usmerjanju proizvodnih praks v trajnost in ohranjanju biotske raznovrstnosti. Za zagotovitev izmenjave znanja med vsemi, ki ga ustvarjajo in uporabljajo – od raziskovalnih središč in univerz do kmetov in svetovalcev – ter povezovanje vseh oseb, so po vsej Evropi potrebni učinkoviti sistemi znanja in inovacij v kmetijstvu (AKIS).

Sistem AKIS je v Uredbi (EU) 2021/2115 opredeljen kot »povezanost organizacijskih tokov in tokov znanja med posamezniki, organizacijami in institucijami, ki uporabljajo in ustvarjajo znanje za kmetijstvo in medsebojno povezana področja.« Na kratko, AKIS spodbuja kroženje znanja s povezovanjem ljudi in dejavnosti, zlasti na področju raziskovalnih rezultatov in inovacij. Učinkovit sistem AKIS krepi in ureja pretok znanja, vključno s povezavami med raziskavami in prakso, izboljšuje svetovalne storitve ter vključuje svetovalce v verigo znanja, z namenom nenehne modernizacije kmetijstva.

AKIS: a system to promote sustainability

Knowledge and innovation play a crucial role in helping farmers and rural communities to address present and future challenges, including the need to orient production systems towards sustainability and biodiversity conservation. To ensure that knowledge is shared among all those who produce and use it—from research centres and universities to field practitioners—and that people are effectively connected, efficient Agricultural Knowledge and Innovation Systems (AKIS) are needed across Europe.

The definition of AKIS, as stated in Regulation (EU) 2021/2115, describes it as “the organisation and flows of knowledge between individuals, organisations and institutions who use and produce knowledge for agriculture and related sectors.” In essence, AKIS promotes knowledge circulation by interconnecting people and practices, particularly with regard to research results and innovation. A well-functioning AKIS strengthens and organizes knowledge flows, including the links between research and practice, improves advisory services and integrates advisors within the knowledge chain, with the aim of continuously modernizing agriculture.

In a well-functioning AKIS, knowledge circulates and is effectively transferred among advisors, farmers, researchers, national and regional authorities, national CAP networks, the media, education and training providers, consumers and other actors. When knowledge is created collaboratively, made understandable and applicable, and widely shared, it further supports the development and large-scale dissemination of innovative solutions that work in practice.

Under the 2023–2027 CAP, AKIS forms the backbone of the cross-cutting objective aimed at modernizing agriculture and rural areas through knowledge exchange, innovation and digitalization. Each EU Member State is required to describe its AKIS strategy in its national CAP Strategic Plan (CSP), specifying how advisors, researchers and the national CAP Network will cooperate to promote knowledge. The AKIS strategy is therefore translated into a set of actions designed to encourage

La definizione di AKIS, riportata nel Regolamento (UE) 2021/2115, lo descrive come «l'organizzazione e i flussi di conoscenza tra individui, organizzazioni e istituzioni che utilizzano e producono conoscenza per l'agricoltura e i settori correlati». In sintesi, AKIS promuove la circolazione della conoscenza interconnettendo persone e azioni, in particolare con riferimento agli aspetti legati ai risultati della ricerca e all'innovazione. Un AKIS che funziona rafforza e organizza i flussi di conoscenza, incluse le connessioni tra ricerca e pratica, migliorando i servizi di consulenza e integrando i consulenti nella filiera della conoscenza, perseguendo l'obiettivo della modernizzazione continua dell'agricoltura.

In un AKIS ben funzionante, la conoscenza circola ed è trasferita in modo efficiente tra consulenti, agricoltori, ricercatori, autorità nazionali e regionali, reti PAC nazionali, media, operatori della formazione e dell'istruzione, consumatori e altri attori. Quando la conoscenza è creata in maniera collaborativa, resa facilmente comprensibile e applicabile, e ampiamente condivisa, essa sostiene ulteriormente lo sviluppo e l'ampia diffusione di soluzioni innovative realmente funzionanti nella pratica.

Nell'ambito della PAC 2023–2027, l'AKIS costituisce l'ossatura dell'obiettivo trasversale che mira a modernizzare l'agricoltura e le aree rurali attraverso la promozione della conoscenza, dell'innovazione e della digitalizzazione. Ogni Stato membro dell'UE è tenuto a descrivere la propria strategia AKIS nel Piano Strategico Nazionale della PAC (CSP), indicando in che modo consulenti, ricercatori e Rete PAC Nazionale collaboreranno per promuovere la diffusione della conoscenza. La strategia AKIS si traduce quindi in una serie di azioni finalizzate a favorire lo scambio di conoscenze e l'innovazione. Ciò avviene in particolare attraverso i seguenti interventi PAC, definiti dal Regolamento (UE) n. 2021/2115:

- consulenza aziendale e consulenti agricoli (articolo 15);
- scambio di conoscenze, consulenza e informazione (articolo 78);
- attività legate all'innovazione delle Reti PAC (articolo 126);
- Gruppi Operativi EIP-AGRI (articolo 127), tramite una specifica forma di cooperazione (articolo 77).

V dobro delujočem sistemu AKIS znanje kroži in se učinkovito prenaša med svetovalci, kmeti, raziskovalci, nacionalnimi in regionalnimi organi, nacionalnimi mrežami SKP, mediji, izobraževalnimi ustanovami, potrošniki ter drugimi deležniki. Kadar je znanje ustvarjeno z medsebojnim sodelovanjem, jasno predstavljeno, uporabno v praksi in široko dostopno, dodatno spodbuja razvoj ter širšo uporabo inovativnih rešitev, ki v praksi dejansko delujejo.

V okviru SKP 2023–2027 predstavlja AKIS temelj prečnega cilja, usmerjenega v modernizacijo kmetijstva in podeželskih območij s spodbujanjem znanja, inovacij in digitalizacije. Vsaka država članica EU mora v okviru Nacionalnega strateškega načrta SKP opisati svojo strategijo AKIS, pri čemer mora navesti, kako bodo svetovalci, raziskovalci in nacionalna SKP mreža sodelovali pri spodbujanju prenosa znanja. Strategija AKIS se tako uresničuje z vrsto ukrepov, namenjenih spodbujanju izmenjave znanja in inovacij. To se zagotavlja predvsem z naslednjimi ukrepi SKP, opredeljenimi v Uredbi (EU) št. 2021/2115:

- kmetijsko svetovanje in kmetijski svetovalci (člen 15);
- izmenjava znanja, svetovanje in širjenje informacij (člen 78);
- dejavnosti, povezane z inovacijami v okviru mrež SKP (člen 126);
- operativne skupine EIP-AGRI (člen 127), prek posebne oblike sodelovanja (člen 77).

V dobro delujočem sistemu AKIS imajo **svetovalci** ključno vlogo. Vloga svetovalcev v novi SKP je veliko širša, zato morajo biti vsi svetovalci vključeni v AKIS. Kmetom, gozdarjem in podjetnikom na podeželju zagotavljajo ažurne in prilagojene informacije za podporo njihovim vsakodnevnim odločitvam. Svetovalci lahko tudi podpirajo inovacije, saj povezujejo ljudi in pomagajo pri pripravi ter razvoju operativnih skupin EIP-AGRI ali drugih interaktivnih inovacijskih projektov. Specializirani svetovalci lahko zagotavljajo dodatno podporo z znanjem o specifičnih temah in praksah. Svetovalci se redno posvetujejo z nacionalnimi in mednarodnimi raziskovalci ter z omrežji SKP, ki zbirajo in izmenjujejo rezultate inovativnih projektov. Njihovo znanje prispeva k oblikovanju nacionalnih ali širših baz znanja, ki koristijo vsem v okviru ekosistema AKIS.

knowledge exchange and innovation. This is achieved in particular through the following CAP interventions, defined in Regulation (EU) 2021/2115:

- Farm advisory services and agricultural advisors (Article 15);
- Knowledge exchange, advisory and information actions (Article 78);
- Innovation-related activities of the CAP Networks (Article 126);
- EIP-AGRI Operational Groups (Article 127), through a specific form of cooperation (Article 77).

In a well-functioning AKIS, **advisors** play a central role. The role of advisors in the new CAP is much broader, and all advisors must be integrated into the AKIS. They provide farmers, foresters and rural entrepreneurs with up-to-date and tailored information to support their daily decisions. Advisors can also support innovation by connecting people and helping to prepare and develop EIP-AGRI Operational Groups or other interactive innovation projects. Specialist advisors can provide additional support with knowledge on specific and practical topics. Advisors regularly interact with national and international researchers and with CAP Networks, which collect and share the results of innovative projects. Their knowledge contributes to building national or wider knowledge reservoirs that can benefit all actors within the AKIS ecosystem.

In un AKIS ben funzionante, i **consulenti** sono fondamentali. Il ruolo dei consulenti nella nuova PAC è molto più ampio e tutti i consulenti devono essere integrati nell'AKIS. Essi offrono agli agricoltori, ai silvicoltori e agli imprenditori rurali informazioni aggiornate e personalizzate per supportare le loro decisioni quotidiane. I consulenti possono anche fornire supporto all'innovazione mettendo in contatto le persone e aiutando a preparare e sviluppare gruppi operativi EIP-AGRI o altri progetti di innovazione interattivi. I consulenti specializzati possono offrire ulteriore supporto con conoscenze su temi specifici e pratici. I consulenti si confrontano regolarmente con ricercatori nazionali e internazionali e con reti PAC che raccolgono e condividono i risultati di progetti innovativi. Le loro conoscenze contribuiscono a creare riserve di conoscenze nazionali o più ampie che possono andare a beneficio di tutti nell'ecosistema AKIS.



Bibliografia **Bibliografija** **Bibliography**

- A.A.V.V. (2017). Introducing innovative precision farming techniques in AGRiculture to decrease CAR1bon Emissions [Technical report]. Veneto Agricoltura. <https://www.venetoagricoltura.org/dettaglio/life-agricare>
- A.A.V.V. (2019). Conservation Agriculture: Eight years of experiences in Veneto Region. Veneto Agricoltura. <https://www.venetoagricoltura.org/2020/04/editoria/conservation-agriculture-8-years-of-experiences-in-veneto-region/>
- A.A.V.V. (2022). Interreg Italia-Slovenia BEE-DIVERSITY - Good practices for compatibility between agriculture and beekeeping. Edit. Veneto Agricoltura – Legnaro PD <https://www.venetoagricoltura.org/dettaglio/buone-pratiche-per-la-compatibilita-tra-agricoltura-e-apicoltura>
- Abdallah, A. M., Jat, H. S., Choudhary, M., Abdelaty, E. F., Sharma, P. C., & Jat, M. L. (2021). Conservation agriculture effects on soil water holding capacity and water-saving varied with management practices and agroecological conditions: A review. *Agronomy*, 11(9), 1681. <https://doi.org/10.3390/agronomy11091681>
- Abeygunawardena, P. (2022). Sri Lanka's organic agriculture experiment: Lessons learned. Colombo: Institute of Policy Studies of Sri Lanka.
- ARPAV. (2025). La carta del carbonio organico dei suoli (%). https://geomap.arpa.veneto.it/layers/geonode_data:geonode:SOCperc_50k250k
- Camarotto, C., Piccoli, I., Dal Ferro, N., Polese, R., Chiarini, F., Furlan, L., & Morari, F. (2020). Have we reached the turning point? Looking for evidence of SOC increase under conservation agriculture and cover crop practices. *European Journal of Soil Science*, 1–14. <https://doi.org/10.1111/ejss.12953>
- Chenu, C., Cardinael, R., Autret, B., Chevallier, T., Guenet, B., Girardin, C., Cozzi, T., Guiller, H., & Mary, B. (2017). Agricultural practices that store organic carbon in soils: Is it only a matter of inputs? Global Symposium on Soil Organic Carbon, Rome, Italy, 21–23 March 2017.
- Corte dei Conti Europea. (2019). Uso sostenibile dei prodotti fitosanitari: Limitati progressi nella misurazione e nella riduzione dei rischi. https://www.eca.europa.eu/IT/publications/SR20_05
- Ehler, L. E. (2006). Integrated pest management (IPM): Definition, historical development and implementation, and the other IPM. *Pest Management Science*, 62(9), 787–789. <https://doi.org/10.1002/ps.1247>

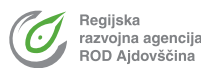
- EIP-Agri. (2022). Agricultural Knowledge and Innovation Systems (AKIS): Boosting innovation and knowledge flows across Europe.
- Erisman, J. W., Sutton, M. A., Galloway, J., Klimont, Z., & Winiwarter, W. (2008). How a century of ammonia synthesis changed the world. *Nature Geoscience*, 1(10), 636–639. <https://doi.org/10.1038/ngeo325>
- Evenson, R. E., & Gollin, D. (2003). Assessing the impact of the Green Revolution, 1960 to 2000. *Science*, 300(5620), 758–762. <https://doi.org/10.1126/science.1078710>
- FAO. (2021). World fertilizer trends and outlook to 2022. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Furlan, L., Conte, M., Misturini, D., & Danuso, F. (2020). The three year-after life of the project LIFE WSTORE2. In *Proceedings of the Final Conference of LIFE AGRO-WETLANDS II* (pp. 30–37). Bologna: University of Bologna. <https://doi.org/10.6092/unibo/amsacta/6448>
- Furlan, L., Milosavljević, I., Chiarini, F., & Benvegnù, I. (2021b). Effects of conventional versus no-tillage on the population dynamics of elaterid pests and the associated damage at establishment of maize crops. *Crop Protection*, 149, 105751. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105751>
- Furlan, L., Spolon, S., Chiarini, F., Barbieri, S., Morari, F., Piccoli, I., Camarotto, C., Lazzaro, B., Martini, I., Sartori, L., & Loddo, D. (2021a). Agricoltura conservativa: Vantaggi agronomici e criticità. *L'Informatore Agrario*, 19, 34–38.
- Gobbo, S., De Antoni Migliorati, M., Ferrise, R., Morari, F., Gasparini, F., Furlan, L., & Sartori, L. (2020). Fertilizzazione a dose variabile con il progetto AGRIGNSS. *L'Informatore Agrario*, 36, 60–63.
- Gobbo, S., De Antoni Migliorati, M., Ferrise, R., Morari, F., Furlan, L., & Sartori, L. (2022). Evaluation of different crop model-based approaches for variable rate nitrogen fertilization in winter wheat. *Precision Agriculture*. <https://doi.org/10.1007/s11119-022-09957-5>
- JRC. (2024). The state of soils in Italy. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC137600>
- Magnolo, F., Dekker, H., Decorte, M., Bezzi, G., Rossi, L., Meers, E., & Speelman, S. (2021). The role of sequential cropping and Biogasdoneright™ in enhancing the sustainability of agricultural systems in Europe. *Agronomy*, 11(11), 2102. <https://doi.org/10.3390/agronomy11112102>
- Morari, F., Dal Ferro, N., Camarotto, C., Piccoli, I., Berti, A., Bianchi, S., Bin, O., Boldrin, M., Bortoli, E., Fantinato, L., Furlan, L., Chiarini, F., Giandon, P., Lazzaro, B., Scarabello, A., & Trettenero, A. (2019). Come contrastare nei suoli la perdita di sostanza organica. *L'Informatore Agrario*, 6, 60–62.
- Neal, R. H., Hedlund, K., Jackson, L. E., Kätterer, T., Luga-to, E., Thomsen, I. K., Jørgensen, H. B., & Isberg, P.-E. (2017). How does tillage intensity affect soil organic carbon? A systematic review. *Environmental Evidence*, 6, 30. <https://doi.org/10.1186/s13750-017-0108-9>
- Oerke, E. C. (2006). Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science*, 144(1), 31–43. <https://doi.org/10.1017/S0021859605005708>
- Piccoli, I., Schjønning, P., Lamandè, M., Furlan, L., & Morari, F. (2017). Challenges of conservation agriculture practices on silty soils: Effects on soil pore and gas transport characteristics in North-eastern Italy. *Soil and Tillage Research*, 172, 12–21. <https://doi.org/10.1016/j.still.2017.05.002>
- Pittarello, M., Chiarini, F., Menta, C., Furlan, L., & Carletti, P. (2022). Changes in soil quality through conservation agriculture in North-Eastern Italy. *Agriculture*, 12(7), 1007. <https://doi.org/10.3390/agriculture12071007>
- Popp, J., Pető, K., & Nagy, J. (2013). Pesticide productivity and food security. *Agronomy for Sustainable Development*, 33(1), 243–255. <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0105-x>
- Reicosky, D. (2019). Soil carbon loss proportional to tillage intensity. *No-Till Farmer*, October 2019.
- Schneider, K., Hayer, F., & Humpenöder, F. (2023). Pesticide reduction amidst food and feed security concerns. *Nature Food*, 4(8), 622–630. <https://doi.org/10.1038/s43016-023-00834-6>
- Stewart, W. M., Dobb, D. W., Johnston, A. E., & Smyth, T. J. (2005). The contribution of commercial fertilizer nutrients to food production. *Agronomy Journal*, 97(1), 1–6. <https://doi.org/10.2134/agronj2005.0001>
- The Guardian. (2022, June 25). Our global food supply is at risk when high gas prices limit the creation of fertiliser. <https://www.theguardian.com>
- World Health Organization (WHO). (2022). Pesticide residues in food. Geneva: WHO.

BEE2GETHER capitalizza gli output principali del progetto ITA-SLO 14-20 BEE-DIVERSITY al fine di rafforzali, farli conoscere a un pubblico più vasto e diffonderli in un'area più estesa. Il progetto, costruendo sulle esperienze passate, sviluppa ulteriormente il modello di gestione innovativo basato sul monitoraggio delle api a partire dal quale sono individuate le tecniche di coltivazione agricola più idonea e sostenibile dal punto di vista ambientale, economico e sociale. Attraverso la raccolta di dati puntuali sulla salute delle api e sull'eventuale presenza nel polline di metalli pesanti e altre sostanze inquinanti, i PP provvedono a caratterizzare il territorio di riferimento, ovvero individuano le potenziali problematiche presenti e, di conseguenza, identificano le strategie di gestione che limitano o diminuiscono le minacce alla conservazione della biodiversità. Questo modello di gestione si basa sull'utilizzo di arnie elettroniche e di un sistema ICT (APP).

BEE2GETHER izkorišča glavne rezultate projekta Interreg ITA-SLO 14-20 BEE-DIVERSITY, da bi jih okrepil, seznanil s širšo publiko in razširil na širšem območju. Projekt, ki gradi na preteklih izkušnjah, nadalje razvija inovativen model upravljanja, ki temelji na spremljanju čebel, na podlagi katerega se z okoljskega, ekonomskega in družbenega vidika identificirajo najprirnernejše in trajnostne kmetijske tehnike. Z zbiranjem natančnih podatkov o zdravstvenem stanju čebel ter o morebitni prisotnosti težkih kovin in drugih onesnaževal v cvetnem prahu PP karakterizirajo referenčno ozemlje, torej identificirajo upravljanje, ki omejuje ali zmanjšati nevarnosti za ohranjanje biotske raznovrstnosti. Ta model upravljanja temelji na uporabi elektronskih panjev in IKT sistema (APP).

BEE2GETHER capitalizes on key outputs of the Interreg ITA-SLO 14-20 BEE-DIVERSITY project in order to strengthen them, make them known to a wider audience, and disseminate them to a wider area. Building on past experiences, the project further develops the innovative management model based on bee monitoring from which the most suitable and environmentally, economically and socially sustainable agricultural cultivation techniques are identified. Through the collection of timely data on the health of bees and the possible presence of heavy metals and the possible presence of heavy metals and other pollutants in pollen, PP provides a characterization of the target area, i.e., identifies the potential problems present and, consequently, identifies management strategies that limit or diminish threats to biodiversity conservation. This management model is based on the use of electronic beehives and an ICT system (APP).

www.ita-slo.eu/bee2gether



La pubblicazione è stata realizzata nell'ambito del progetto BEE2GETHER, cofinanziato dall'Unione Europea nell'ambito del Programma Interreg VI-A Italia-Slovenia

Publikacija je nastala v okviru projekta BEE2GETHER, ki ga sofinancira Evropska unija v okviru Programa Interreg VI-A Italija-Slovenija

The publication was realised in the framework of the BEE2GETHER project, which is co-financed by the European Union in the framework of the Interreg VI-A Italy-Slovenia Programme

Budget totale – Celoten znesek – Total budget 722,203.13€

FESR – ESRR – ERDF 577,762.50€

Durata – Trajanje – Duration 01.09.2023 - 31.08.2025