

TRANSFORMARE DIGITALĂ A FERMELOR MICI ȘI MIJLOCII DE VACI DE LAPTE DIN ROMÂNIA

*Rolul tehnologiilor
moderne pentru
îmbunătățirea eficienței,
productivității și
sustenabilității*



Andra-Sabina Neculai-Văleanu

PRESA UNIVERSITARĂ CLUJEANĂ

Andra-Sabina Neculai-Văleanu

**Transformare digitală
a fermelor mici și mijlocii
de vaci de lapte din România**

*Rolul tehnologiilor moderne pentru îmbunătățirea
eficienței, productivității și sustenabilității*

PRESA UNIVERSITARĂ CLUJEANĂ

2025

Referenți științifici:

CS II dr. habil. Ioan Sebastian Brumă

Prof. univ. dr. habil. ing. Maciuc Vasile

ISBN 978-606-37-1769-7

**© 2025 Autoarea volumului. Toate drepturile rezervate.
Reproducerea integrală sau parțială a textului, prin orice
mijloace, fără acordul autorarei, este interzisă și se pedep-
sește conform legii.**

**Universitatea Babeș-Bolyai
Presa Universitară Clujeană
Director: Codruța Săcelean
Str. B.P. Hasdeu nr. 51
400371 Cluj-Napoca, România
Tel.: (+40) 744 687 884
E-mail: editura@ubbcluj.ro
editura.ubbcluj.ro | libraria.ubbcluj.ro**

CUPRINS

Prefață. De la tradiție la tehnologie în zootehnie - (5)

Contextul. De ce digitalizarea devine indispensabilă - (9)

I. Digitalizarea . Era digitalizării în zootehnie și medicină veterinară. Cum schimbă datele modul în care lucrăm - (15)

1.1. Transformarea digitală ca nouă paradigmă a managementului sănătății și producției animale - (15)

1.2. De la revoluția mecanizării la revoluția digitală - (16)

1.3. Digitalizarea în practica veterinară - (18)

1.4. România în contextul transformării digitale - (20)

II. Procese decizionale. Ce aduce digitalizarea fermelor: de la date la decizii mai bune - (21)

2.1. Productivitate îmbunătățită prin date și automatizare - (22)

2.2. Eficiență și economie de resurse în ferma conectată - (25)

2.3. Cum sprijină tehnologia o fermă sa devină mai “verde” și mai rezilientă - (28)

2.4. Bunăstare monitorizată inteligent – confortul devine măsurabil - (30)

2.5. De la ferma la furculiță – Trasabilitate și siguranță alimentară - (31)

III. Optimizare. Soluții digitale moderne pentru optimizarea proceselor în fermele de vaci de lapte - (33)

IV. Riscuri. Digitalizarea fermelor mici și mijlocii: pași de urmat și erori frecvente - (39)

4.1. De la provocări la obiective: evaluarea și planificarea inițială - (38)

4.2. Alegerea soluțiilor: hardware, software și servicii - (41)

4.3. Pilotarea și testarea: pași înainte de extindere - (43)

4.4. Integrare și interoperabilitate: unificarea datelor - (44)

4.5. Eficiența tehnologiei depinde de oameni: formare, proceduri și colaborare - (45)

4.6. Monitorizare, evaluare și scalare - (46)

V. Inovație. De la reticență la inovație - cum pot fi depășite blocajele în transformarea digitală a fermelor - (49)

VI. Recomandări. Recomandări practice și direcții de viitor - (59)

6.1. Model de transformare digitală integrată - Recomandări practice - (60)

6.2. Finanțarea transformării digitale în fermele de vaci de lapte: oportunități, eligibilitate și pașii de urmat - (62)

Mențiuni speciale - (67)

Referințe - (69)

Prefață

De la tradiție la tehnologie în zootehnie

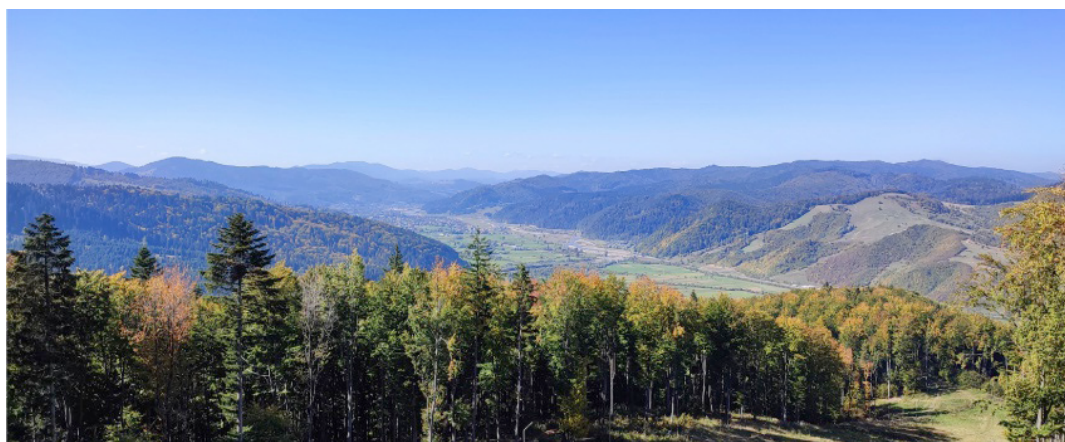


Într-un context global marcat de transformări economice, climatice și tehnologice fără precedent, agricultura se redefineste tot mai mult ca un domeniu strategic al cunoașterii aplicate. Departe de a mai fi o activitate exclusiv tradițională, agricultura modernă integrează știința datelor, inteligența artificială, sensoristica și automatizarea proceselor pentru a răspunde unor provocări complexe legate de securitatea alimentară, sustenabilitate și competitivitate economică.

Tehnologiile digitale reprezintă o necesitate pentru viabilitatea pe termen lung.

În cadrul acestui proces de tranziție, sectorul zootehnic ocupă un loc central, fiind responsabil nu doar de producerea alimentelor de origine animală, ci și de menținerea echilibrului ecologic, a diversității genetice și a rezilienței ecosistemelor rurale. Totodată, zootehnia este unul dintre cele mai sensibile domenii la schimbările structurale ale economiei rurale, confruntându-se cu presiuni crescânde legate de costurile resurselor, de reglementările de mediu și de așteptările societății privind bunăstarea animalelor.





În acest cadru, digitalizarea și automatizarea fermelor nu mai reprezintă un simplu exercițiu de modernizare, ci un imperativ strategic pentru supraviețuirea economică și dezvoltarea durabilă a sectorului zootehnic. Fermele mici și mijlocii de vaci de lapte, care constituie coloana vertebrală a producției lactate din România, se află astăzi la intersecția dintre tradiție și inovație: pe de o parte, păstrează valorile unei agriculturi bazate pe experiență, continuitate și apropiere de animal; pe de altă parte, resimt acut nevoia de a integra tehnologii moderne pentru a asigura eficiență, siguranță alimentară și competitivitate.

România dispune de un potențial zootehnic semnificativ, dar insuficient valorificat. În pofida progreselor realizate în ultimul deceniu, fermele mici și mijlocii se confruntă cu o serie de constrângeri persistente: acces limitat la resurse financiare, infrastructuri învechite, dependență ridicată de forța de muncă

manuală și dificultăți în implementarea sistemelor de monitorizare și trasabilitate. În același timp, tranziția digitală este adesea percepută ca un proces dificil, costisitor și tehnic, ceea ce accentuează decalajul față de fermele mari, puternic tehnologizate.

Proiectul „Transformarea Digitală a fermelor mici și mijlocii de vaci de lapte: o abordare integrată pentru îmbunătățirea productivității, eficienței și rezilienței”, finanțat de Academia Oamenilor de Știință din România, își propune să ofere un răspuns concret acestor provocări. Printr-o viziune interdisciplinară și prin integrarea rezultatelor cercetării aplicate, proiectul abordează digitalizarea nu doar ca pe un set de instrumente tehnologice, ci ca pe un proces complex de transformare organizațională, bazat pe învățare continuă, parteneriate între actorii rurali și consolidarea competențelor digitale.

Prezentul ghid practic reprezintă una dintre principalele rezultate ale proiectului



și își propune să ofere un cadru de referință unitar pentru adoptarea și gestionarea tehnologiilor digitale în fermele de vaci de lapte din România. Materialul reunește concluzii științifice, exemple de bună practică, rezultate obținute în ferme pilot și recomandări aplicabile pentru diverse etape ale procesului de digitalizare – de la evaluarea inițială a nevoilor, la integrarea sistemelor de senzori și până la formarea personalului și analiza beneficiilor economice.

Prin conținutul său, ghidul răspunde unei nevoi majore identificate în teren: aceea de a traduce cunoașterea științifică în instrumente practice și accesibile, care să sprijine fermierii și specialiștii în tranziția către un model de producție bazat pe date. Totodată, lucrarea contribuie la

consolidarea unei culturi a inovației și a sustenabilității în mediul rural, subliniind rolul cercetării în facilitarea adaptării economiei zootehnice la noile standarde europene privind neutralitatea climatică, biosecuritatea și bunăstarea animalelor.

Adoptarea tehnologiilor digitale în fermele de vaci de lapte oferă oportunități semnificative: optimizarea hrănirii, monitorizarea în timp real a stării de sănătate a animalelor, reducerea pierderilor de producție, dar și o mai bună calitate a datelor utilizate în managementul decizional. Mai mult, digitalizarea poate contribui la redobândirea atractivității profesiei de fermier și la integrarea noii generații în mediul agricol, prin intermediul instrumentelor interactive și al formării digitale.



Acest ghid a fost conceput pentru a servi drept instrument de lucru și reper științific, destinat specialiștilor, decidenților și practicienilor din domeniul zootehnic. Structura sa modulară permite adaptarea conținutului la nevoile fiecărei categorii de utilizatori, oferind atât fundamente teoretice, cât și instrumente aplicate, ușor de implementat în contextul fermelor de dimensiuni mici și medii.

Prin acest material, ne propunem să contribuim la conturarea unei viziuni moderne asupra fermelor românești, în care știința și tehnologia nu sunt scopuri în sine, ci mijloace prin care activitatea agricolă devine mai predictibilă, mai profitabilă și mai sustenabilă. În același timp, ne dorim să stimulăm un dialog real între cercetare, mediul economic și autorități, pentru ca digitalizarea să fie

privită ca un proces colectiv de dezvoltare rurală, nu doar ca un demers tehnic individual.

Într-o lume în care competitivitatea se măsoară prin capacitatea de a învăța și de a inova, ferma digitală reprezintă expresia adaptării zootehniei la o nouă eră a cunoașterii. Prin efortul comun al cercetătorilor, fermierilor și profesioniștilor din domeniul medical-veterinar și zootehnic, România are potențialul de a transforma digitalizarea dintr-un concept teoretic într-un standard al practicii curente, contribuind astfel la dezvoltarea unei agriculturi inteligente, reziliente și echitabile.

Dr. Med. Vet.
Neculai-Valeanu Andra-Sabina
Cercetător științific grad III

Contextul

De ce digitalizarea devine indispensabilă



România are o tradiție îndelungată în producția de lapte și produse lactate. Deși fermele mici și mijlocii au fost mereu coloana vertebrală a acestei industrii, acestea sunt deosebit de vulnerabile, fapt ilustrat stabilitatea lor economică scăzută în comparație cu alte țări UE [1]. Performanța financiară a fermelor de lapte este influențată de factori de management, fermele mai mari fiind mai productive și mai profitabile [2], în timp ce fermele mici și mijlocii se confruntă cu provocări în maximizarea producției de lapte din cauza infrastructurii și a politicilor insuficient adaptate specificului acestora [3].

Fermele mici și mijlocii de vaci de lapte din România s-au confruntat cu o serie de provocări care au pus în pericol nu doar supraviețuirea lor.

Pe parcursul ultimelor ani, fermele mici și mijlocii de vaci de lapte din România s-au confruntat cu o serie de provocări care au pus în pericol nu doar supraviețuirea lor, ci și contribuția lor la securitatea alimentară a țării.



Dimensiunea redusă a fermei

Majoritatea fermelor de vaci de lapte din România sunt mici sau mijlocii, ceea ce le face vulnerabile în fața fluctuațiilor pieței și a concurenței cu fermele mai mari. Această dimensiune redusă poate limita accesul la tehnologii moderne și la resurse financiare pentru îmbunătățirea productivității [4].

Infrastructură învechită

Multe ferme mici și mijlocii se confruntă cu probleme legate de infrastructură învechită, inclusiv sisteme de irigare necorespunzătoare, spații de producție neadecvate și lipsa accesului la rețele eficiente de distribuție.

Dezechilibru între cerere și ofertă

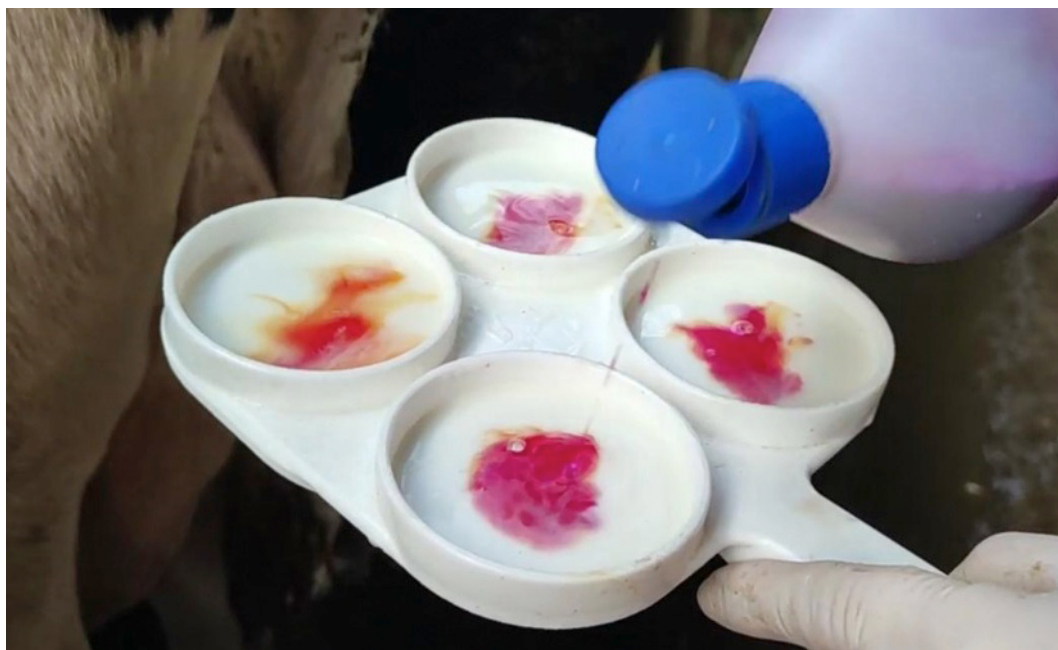
Fluctuațiile cererii și ofertei pot crea presiuni semnificative asupra fermierilor de vaci de lapte. Astfel, aceștia pot avea dificultăți în gestionarea producției pentru a satisface cererea constantă a pieței [4].

Probleme de calitate și siguranță alimentară

În unele cazuri, fermele mici și mijlocii pot întâmpina dificultăți în menținerea standardelor ridicate de bunăstare, calitate și siguranță alimentară, din cauza resurselor limitate și a lipsei accesului la tehnologii de ultimă generație.

Deși fermele mici și mijlocii de vaci de lapte din România se confruntă cu





provocări semnificative, ele au un potențial considerabil în asigurarea securității alimentare a țării. Multe dintre ferme mici și mijlocii mențin rase tradiționale de vaci (precum Sura de stepa, Pinzgau, Bruna de Maramureș, Bălțata Românească, Bălțata cu Negru Românească), contribuind astfel la conservarea diversității genetice și conservarea biodiversității agricole.

Acest aspect este esențial pentru adaptabilitatea la schimbările climatice și pentru a evita riscurile asociate cu dependența de un singur tip de rasă. Acest tip de exploatații agricole joacă un rol important în conservarea tradițiilor locale legate de producția de lapte și produse lactate, contribuind totodată la reducerea dependenței de importuri și promovarea sustenabilității la nivel regional prin

asigurarea unui lanț de aprovizionare local. În comunitățile rurale, aceste ferme constituie adesea un centru de viață, generând locuri de muncă și contribuind la coeziunea socială. Astfel această implicare comunitară poate consolida legăturile dintre producători și consumatori.

De asemenea, fermierii mici și mijlocii au tendința de a adopta practici agricole durabile și respectuoase cu mediul, precum pășunatul controlat și utilizarea îngrășămintelor naturale. Aceste practici pot contribui la menținerea sănătății solurilor și la conservarea resurselor naturale [5]. Într-o lume unde eficiența și sustenabilitatea sunt la mare preț, tehnologiile digitale nu mai reprezintă un lux, ci o necesitate. Transformarea digitală a devenit imperativă în diverse sectoare ale



economiei, inclusiv în sectorul agricol. La nivel global, agricultura se confruntă cu provocări precum schimbările climatice, creșterea populației și evoluția cerințelor consumatorilor. Însă tendințele recente arată o creștere a adoptării tehnologiilor digitale în agricultură și zootehnie, cu beneficii semnificative în ceea ce privește optimizarea proceselor și creșterea productivității.

În ultimii ani, s-a înregistrat o mare creștere a numărului de sisteme de monitorizare a activității disponibile pe piață. Sistemele de monitorizare a activității și stării de sănătate a animalelor, bazate pe senzori inteligenți, au fost utilizate de mulți ani ca instrumente de gestionare a creșterii vacilor de lapte [6–8]. Aceste sisteme moderne de monitorizare sunt bazate de regula pe un algoritm sofisticat și optimizat constant

pentru a oferi informații practice și utile despre starea reproductivă, de sănătate, nutrițională și de bunăstare a vacilor [9]. Odată cu funcționalitatea sporită, aceste sisteme sunt utilizate din ce în ce mai mult pentru a monitoriza sănătatea generală și bunăstarea vacilor, oferind informații privind ruminația, temperatura, locația vacii în grajd, poziția vacii (culcat vs. în picioare), timpul de hranire sau comportamentul social [7,10]. Preocupările privind bunăstarea animalelor sunt în creștere atât la nivel global, cât și la nivel național. Selecția genetică pe termen lung pentru vacile de lapte cu productivitate ridicată a avut un impact asupra bunăstării, îndeosebi deoarece vacile cu productivitate crescută și cu intervale de fătare mai mici sunt mai susceptibile la boli metabolice, mastite, afecțiuni locomotorii. Cele două

concepte, sănătatea și bunăstarea, sunt interconectate, bunăstarea influențând în mod direct inclusiv consumul de substanțe antimicrobiene în ferma. Astfel, asigurarea unui nivel ridicat de bunăstare poate contribui inclusiv la prevenirea antibiorezistenței, una din principalele provocări de sănătate publică.

De asemenea, îmbunătățirea bunăstării bovinelor poate aduce câștigurile tangibile în productivitatea generală, precum și avantaje competitive pentru producătorii de lactate [11]. Fermele de vaci de lapte din România, în special cele mici și mijlocii, se confruntă, din păcate, cu provocări specifice, cum ar fi accesul limitat la resurse tehnologice și nevoia de a se adapta la cerințele pieței[12]. Mai mult, disparitățile în indicatorii de dezvoltare durabilă dintre România și alte țări evidențiază necesitatea unor eforturi concentrate pentru promovarea

adoptării digitale în zonele rurale [13,14]. Rolul Politicii Agricole Comune și al plăților UE de sprijin agricol este un factor major în viabilitatea financiară a agriculturii în România, subliniind potențiala influență a cadrelor de politici asupra adoptării tehnologiilor digitale în zootehnie și medicină veterinară. Mai mult, distribuirea și dezvoltarea mai largă a telemedicinii în România, în special în zonele rurale, poate aduce beneficii populației și poate facilita integrarea soluțiilor digitale. Sectorul zootehnic se află într-o perioadă de transformare accelerată, determinată de progresul tehnologic și de necesitatea de a optimiza resursele disponibile. În acest context, adoptarea tehnologiilor digitale în fermele mici și mijlocii devine crucială pentru a asigura sustenabilitatea și competitivitatea [15,16]. Digitalizarea oferă fermierilor posibilitatea de a lua



Potențial considerabil în asigurarea securității alimentare a țării

Centru de viață în comunitățile rurale

Adopta practici agricole durabile și respectuoase cu mediu

Conservarea diversității genetice și conservarea biodiversității agricole

Conservarea tradițiilor locale legate de producția de lapte și produse lactate



decizii informate pe baza datelor colectate în timp real, eliminând incertitudinile din managementul fermei. Prin monitorizarea inteligentă a sănătății animalelor, optimizarea hranei și utilizarea eficientă a resurselor, fermierii pot reduce pierderile și pot crește performanța producției [17,18]. Investițiile în modernizarea infra-structurii, sprijinirea diversității genetice și promovarea practicilor agricole sustenabile pot contribui la consolidarea sector agricol care este esențial pentru economia și cultura românească. Astfel, este vital ca autoritățile și comunitatea științifică să colaboreze pentru a sprijini aceste ferme în depășirea provocărilor și în valorificarea pe deplin a potențialului lor. Prin implementarea zootehniei de precizie, fermele mici și mijlocii pot beneficia de tehnologii avansate pentru a îmbunătăți eficiența, datorita automatizării proceselor și optimizării utilizării resurselor, precum și productivitatea prin creșterea producției de lapte, monitorizarea animalelor în

timp real. Scopul ghidului este de a oferi fermierilor, medicilor veterinari și inginerilor zootehniști un instrument practic pentru implementarea transformării digitale în fermele de vaci de lapte prin oferirea unor soluții practice pentru depășirea provocărilor și adoptarea progresivă a unor tehnologii accesibile și eficiente.

Ghidul se concentrează pe:

- Prezentarea tehnologiilor digitale relevante pentru fermele mici și mijlocii
- Beneficiile concrete ale digitalizării asupra productivității și sustenabilității fermei.
- Obstacolele frecvente și soluțiile posibile pentru adoptarea acestor tehnologii.
- Resurse disponibile pentru fermieri, inclusiv oportunități de finanțare și formare profesională.



I. Digitalizarea

Era digitalizării în zootehnie și medicină veterinară.
Cum schimbă datele modul în care lucrăm



Intrarea în era digitală redefinesște radical modul în care sunt gestionate sănătatea animală și producția zootehnică, transformând datele în instrumente esențiale de luare a deciziilor în fermele moderne.

1.1. Transformarea digitală ca nouă paradigmă a managementului sănătății și producției animale

Ultimele două decenii au marcat o schimbare profundă în modul în care este înțeleasă și practică zootehnia și medicina veterinară. Tranziția către era digitală nu înseamnă doar adoptarea unor tehnologii noi, ci o reconfigurare completă a proceselor de decizie, diagnostic și management la nivelul fermei și al serviciilor veterinare [9,15].

Tranziția către era digitală nu înseamnă doar adoptarea unor tehnologii noi

Importanța Tehnologiei Informației și Comunicațiilor

În Medicina Veterinară și Zootehnia Modernă

Zootehnie și agricultură de precizie

- implementarea de tehnologii avansate pentru a optimiza producția, a îmbunătăți bunăstarea animalelor și a spori sustenabilitatea
- din engleza **Precision Livestock Farming (PLF)** – utilizarea combinată a tehnologiei senzorilor, a algoritmilor interfețelor și aplicațiilor aferente, precum și a altor tehnologii de nouă generație în creșterea animalelor.





Digitalizarea a devenit un catalizator al progresului în agricultură și sănătate animală, oferind specialiștilor date în timp real, instrumente de analiză predictivă și o viziune integrată asupra bunăstării, productivității și sustenabilității. În acest nou context, ferma nu mai este doar un loc de producție, ci un ecosistem interconectat, iar medicul veterinar nu mai este doar un clinician, ci un expert în date, sănătate digitală și prevenție.

În același timp, digitalizarea extinde sfera de acțiune a profesiei veterinare printr-o serie de acțiuni strategice.

- Telemedicină și telemonitorizare: consultații și interpretarea parametrilor la distanță;
- Platforme de diagnostic asistat de AI: analize automate de imagini ecografice, radiografii sau

termograme;

- Management digital al sănătății de efectiv: istoricul medical al fiecărui animal accesibil în cloud;
- Analize genetice și fenotipice integrate: pentru selecție și prevenirea bolilor ereditare.

Astfel, rolul medicului veterinar se mută din sfera reacției în sfera predicției și prevenției, iar fermierul devine partener activ într-un sistem bazat pe date și colaborare interdisciplinară.

1.2. De la revoluția mecanizării la revoluția digitală

Evoluția zootehnicii și a medicinei veterinare reflectă tranziția societății umane prin principalele revoluții tehnologice ale ultimului secol. De la primele forme de mecanizare a

activităților agricole până la integrarea inteligenței artificiale și a gemenilor digitali în procesele de monitorizare și decizie, fiecare etapă a progresului a redefinit modul în care este percepută și gestionată relația dintre om, animal și tehnologie. Transformările succesive au influențat profund eficiența fermelor, calitatea produselor de origine animală și modul în care sănătatea animalelor este menținută și evaluată. În primele decenii, accentul era pus pe creșterea

productivității prin mecanizare, urmat apoi de informatizarea proceselor și colectarea sistematică a datelor. În ultimele două decenii, însă, accentul s-a mutat către digitalizare, integrare și analiză predictivă, prin care fermierul și medicul veterinar beneficiază de un sprijin decizional complex, bazat pe date în timp real.

Această evoluție poate fi sintetizată în cinci etape distincte, care marchează trecerea de la simpla automatizare a



proceselor la formarea unui ecosistem agri-veterinar cognitiv, capabil să asigure sustenabilitate, trasabilitate și reziliență în fața provocărilor globale actuale.

1.3. Digitalizarea în practica veterinară

Transformarea digitală a medicinei veterinare reprezintă una dintre cele mai

Perioadă	Etapă	Exemple și impact
1950–1980	Mecanizarea agriculturii	Apar primele echipamente de muls automat și instalații de ventilație; medicina veterinară axată pe intervenții clinice tradiționale.
1980–2000	Informatizarea	Primele baze de date pentru evidența producției și istoricul sanitar-veterinar; introducerea analizelor computerizate.
2000–2015	Digitalizarea	Implementarea senzorilor și a sistemelor RFID; colectarea automată a datelor de producție și sănătate.
2015–2025	Zootehnia și medicina veterinară de precizie	Senzori biometrici, AI, drone, analize de imagine, aplicații mobile pentru sănătate animală.
2025–2035 (previzionat)	Ecosistemul agri-veterinar cognitiv	Gemeni digitali (digital twins), blockchain pentru trasabilitate completă, ferme conectate și rețele veterinare integrate.

vizibile expresii ale progresului tehnologic din ultimele decenii. Într-un context în care fermele devin tot mai conectate, iar fluxurile informaționale se bazează pe date în timp real, rolul medicului veterinar capătă o nouă dimensiune — aceea de interpret al datelor și de integrator al soluțiilor digitale în practica curentă.

Adoptarea tehnologiilor inteligente nu se limitează doar la modernizarea instrumentarului de diagnostic, ci redefinește întregul proces decizional, de la identificarea timpurie a bolilor până la managementul sănătății efectivelor și la prevenția epidemiilor.

Noile instrumente oferă o perspectivă de ansamblu asupra stării de sănătate a animalelor și a factorilor de risc, facilitând o abordare proactivă, bazată pe dovezi și analize complexe.

Astfel, soluțiile digitale transformă profund activitatea medicului veterinar prin:

- Sisteme portabile de diagnostic – ecografe, termografe și analizoare biochimice conectate wireless;
- Dosare electronice veterinare – interoperabile între ferme, clinici și autorități;
- Analiza big data – identificarea tiparelor de boală la nivel regional și elaborarea de modele epidemiologice predictive;
- Platforme de alertă timpurie - pentru focare de boli infecțioase, susținute de date satelitare și algoritmi de învățare automată.

Digitalizarea nu înlocuiește însă competența profesională, ci o amplifică. Într-o lume agricolă tot mai complexă și interconectată, medicul veterinar devine





veriga esențială între știință, date și decizie, contribuind direct la sănătatea animalelor, la siguranța alimentară și la sănătatea publică — pilonii fundamentali ai conceptului „One Health” [19–22]

1.4. România în contextul transformării digitale

România se află într-un proces de convergență cu tendințele europene. În timp ce fermele mari au început deja implementarea sistemelor IoT, fermele mici și mijlocii și cabinetele veterinare rurale rămân zone strategice pentru extinderea digitalizării. Academia Oamenilor de Știință din România, prin proiecte precum „Transformarea Digitală a fermelor mici și mijlocii de vaci de lapte: o abordare integrată pentru îmbunătățirea productivității, eficienței și rezilienței”, susține această tranziție prin:

- diseminarea bunelor practici;
- formarea competențelor digitale;

- integrarea cercetării aplicate în teren;
- colaborarea dintre fermieri, veterinari și mediul academic.

Astfel, digitalizarea devine o punte între știință și practică, între generațiile de profesioniști și între sfera rurală și cea urbană. Era digitalizării redefineste atât munca fermierului, cât și profesia medicului veterinar. Datele devin noul „furaj informațional” al fermei, iar analiza lor, cheia deciziilor inteligente. Această transformare aduce o schimbare de paradigmă: de la reacție la prevenție, de la observație la predicție, de la intervenție punctuală la management integrat al sănătății și producției. Digitalizarea nu este un scop în sine, ci un mijloc de a consolida o zootehnie modernă, durabilă și responsabilă, în care știința, tehnologia și etica profesională lucrează împreună pentru bunăstarea animalelor și siguranța alimentară a societății.

II. Proceसेle decizionale

Ce aduce digitalizarea fermelor: de la date la decizii mai bune



Fenomenul digitalizării a generat numeroase transformări semnificative și inovatoare în diverse sectoare economice, iar agricultura nu face excepție de la această tendință progresistă. În contextul specific al agriculturii românești, fermele mici și mijlocii specializate în producția de lapte de vacă se confruntă cu provocări importante, care devin din ce în ce mai evidente și palpabile în activitatea zilnică a agricultorilor. Aceste provocări complexe includ lipsa de eficiență și productivitate, resurse limitate care nu sunt suficient de diversificate, dificultăți serioase în accesarea unor surse de finanțare și schimbări climatice radicale care afectează în mod direct activitatea agricolă din întreaga țară [9]. Digitalizarea reprezintă o oportunitate importantă care oferă soluții inovatoare și tehnologice capabile să abordeze eficient aceste

Fermele mici și mijlocii, specializate în producția de lapte de vacă se confruntă cu provocări importante, care devin din ce în ce mai evidente în activitatea zilnică a agricultorilor.





probleme actuale, având potențialul de a îmbunătăți considerabil procesele de producție și gestionare a fermelor, de a optimiza costurile operaționale și de a asigura un nivel superior de control asupra diferitelor aspecte ale activităților agricole desfășurate în cadrul fermelor. Aceste aspecte esențiale, care sunt vitale pentru succesul agricol, includ, dar nu se limitează la, sănătatea animalelor, managementul resurselor naturale, precum și monitorizarea atentă a mediului înconjurător, contribuind astfel semnificativ la dezvoltarea durabilă a acestui sector esențial pentru economia națională [23].

Implementarea tehnologiilor digitale poate transforma radical modul în care se desfășoară activitatea agricolă, permițând fermierilor să ia decizii bazate pe date reale și precise, să îmbunătățească practicile agricole sustenabile și să răspundă mai bine provocărilor de mediu cu care se confruntă continuu. Soluții inovatoare precum managementul de precizie,

utilizarea dronelor pentru monitorizarea detaliată a culturilor și automatizarea sofisticată a proceselor monitorizare și hrănire a animalelor pot conduce la creșterea semnificativă a productivității totale a fermelor și la o gestionare mai eficientă a resurselor disponibile [24].

Acest salt tehnologic nu doar că facilitează dezvoltarea și extinderea afacerilor agricole, dar contribuie și la crearea unui viitor mai sustenabil și echitabil pentru generațiile următoare, asigurând astfel un echilibru între necesitățile economice și cerințele de mediu, lucru esențial în contextul provocărilor actuale și viitoare.

2.1. Productivitate îmbunătățită prin date și automatizare

În contextul fermelor mici și mijlocii de vaci de lapte din România, digitalizarea reprezintă un vector esențial în creșterea productivității acestor unități economice, având un impact profund asupra modului în care se desfășoară activitățile agricole și activitățile zilnice ale fermierilor.



Implementarea tehnologiilor avansate și inovatoare permite nu doar monitorizarea precisă a resurselor disponibile, dar și optimizarea proceselor de producție prin diverse metode moderne, conducând astfel la o îmbunătățire semnificativă a eficienței și a performanțelor economice [12].

Prin utilizarea datelor în timp real, fermierii din România au acum capacitatea de a adapta rapid și eficient strategiile de hrănire și îngrijire a animalelor, asigurând astfel o producție stabilă, de înaltă calitate și competitivă pe o piață din ce în ce mai exigentă și diversificată. Aceasta nu numai că reduce riscurile asociate cu gestionarea tradițională a unei ferme, dar oferă și un avantaj semnificativ în fața provocărilor pieței, contribuind, astfel, la sustenabilitatea și evoluția continuă a sectorului agricol

național și a gospodăriilor. Digitalizarea devine astfel un instrument indispensabil pentru fermierii moderni care doresc să se alinieze cerințelor contemporane și să se adapteze unui mediu economic în continuă schimbare și provocare, care impune inovație constantă și strategii de dezvoltare durabilă pentru a face față provocărilor viitoare.

Totodată, fermierii pot accesa informații relevante și actualizate, care le permit să ia decizii informate și să îmbunătățească practicile de gestionare a fermelor lor, inclusiv în privința monitorizării consumului de furaje, un aspect vital ce influențează direct sănătatea animalelor și producția de lapte[9]. Monitorizarea consumului de furaje prin soluții digitale inovatoare permite fermierilor din România să optimizeze ratiile alimentare pentru vacile de lapte, asigurând un



echilibru optim între cost și valoarea nutrițională, astfel maximizează și randamentele economice ale acestora.

Tehnologiile de monitorizare a sănătății animalelor joacă un rol esențial în creșterea semnificativă a productivității fermelor mici și mijlocii de vaci de lapte din România. Aceste tehnologii avansate, incluzând sisteme integrate sofisticate care se bazează în mare parte pe senzori specializați, permit o supraveghere continuă și atentă a parametrilor vitali ai fiecărei vaci în parte[9,25]. Aceasta facilitează astfel detectarea precoce a afecțiunilor, chiar și a celor mai subtile, precum și intervenția timpurie în caz de nevoie, ceea ce este extrem de important pentru sănătatea animalelor.

Colectarea datelor în timp real, care se referă în mod direct la starea de sănătate a animalelor, oferă fermierilor oportunitatea

de a lua decizii mai informate și mai rapide. Prin urmare, acest lucru reduce semnificativ riscul de răspândire a bolilor în rândul animalelor, minimizând astfel pierderile economice care ar putea apărea ca urmare a unor epidemii sau afecțiuni necontrolate, precum și a stresului termic.

În plus, aceste tehnologii moderne nu doar că facilitează monitorizarea, dar contribuie și la asigurarea unei creșteri a bunăstării animalelor și a eficienței operaționale pe ferme. Astfel, ele îmbunătățesc performanțele economice ale afacerilor agricole, dar contribuie și la creșterea calității vieții animalelor, care devin astfel mai sănătoase și mai productive, iar fermierii se pot bucura de rezultatele muncii lor într-un mod mult mai satisfăcător.

De asemenea, monitorizarea producției de lapte reprezintă un element esențial



și central al strategiilor de digitalizare implementate în fermele mici și mijlocii de vaci de lapte din România. Prin utilizarea avansată a sistemelor automate de colectare a datelor și a senzorilor specializați, fermierii au posibilitatea de a analiza în timp real volumul și calitatea laptelui produs de fiecare vacă în parte [26–28].

Această capacitate permite o identificare rapidă și eficientă a oricăror fluctuații sau probleme care ar putea apărea în procesul de producție, permițând intervenții rapide și precise din partea fermierilor atunci când este necesar. Datele colectate nu doar că facilitează intervențiile, dar contribuie și la ajustarea programelor de hrănire și întreținere, optimizând astfel orice aspect al productivității și având un impact

pozitiv asupra gestionării fermelor. Prin aceste măsuri, fermierii pot asigura o gestionare mai eficientă și mai rentabilă a resurselor, consolidând astfel viabilitatea pe termen lung.

Adoptarea acestor soluții tehnologice reflectă un trend pozitiv în direcția unei agriculturi mai sustenabile și mai responsabile față de mediu.

2.2. Eficiență și economie de resurse în ferma conectată

Eficiența operațională joacă un rol esențial și fundamental pentru fermele mici și mijlocii de vaci de lapte din România, deoarece aceasta permite utilizarea optimă a resurselor disponibile, sporind astfel competitivitatea pe o piață tot mai dinamică și provocatoare[5,29,30].

Prin integrarea tehnologiilor digitale de vârf, fermierii au acum posibilitatea de a îmbunătăți semnificativ sincronizarea și coordonarea activităților zilnice, inclusiv în ceea ce privește gestionarea personalului și a stocurilor de furaje, aspecte care, prin urmare, duc în mod direct la reducerea pierderilor și asigurarea unui flux

operațional mult mai eficient și mai bine organizat [31]. Aceste îmbunătățiri sunt nu doar importante, ci vitale pentru reducerea timpilor morți în procesele de producție și pentru maximizarea potențialului productiv al fermei, ceea ce contribuie în mod semnificativ la îndeplinirea cerințelor tot mai exigente

Beneficiile adoptării TIC în fermele mici și mijlocii



Profit

- **Îmbunătățirea eficienței**

automatizarea sarcinilor, reducerea risipei și îmbunătățirea luării deciziilor.

- **Creșterea productivității**

monitorizarea stării de sănătate a animalelor, optimizarea producției de lapte și îmbunătățirea calitatii laptelui

- **Creșterea rezilienței**

gestionarea riscurilor, adaptarea la schimbările climatice și pregătirea pentru situații de urgență.

ale pieței actuale. Mai mult, aceste strategii bine implementate contribuie la îmbunătățirea calității produselor lactate furnizate consumatorilor, asigurând astfel o legătură solidă și de încredere între producători și clienți, care, la rândul lor, devin tot mai conștienți de importanța calității produselor pe care le achiziționează[32,33]. Această adaptare

la cerințele și provocările actuale ale pieței poate determina nu doar succesul pe termen scurt, dar și sustenabilitatea pe termen lung a acestor ferme, ajutându-le să se dezvolte și să își mențină locul într-un sector agricol în continuă evoluție[32,34]. Spre exemplu, automatizarea procesului de muls aduce beneficii semnificative fermelor de vaci de lapte prin creșterea



preciziei și eficienței operaționale într-un mod care transformă complet modul în care se desfășoară activitățile agricole[35,36]. Tehnologia utilizată aici include echipamente robotizate de muls de ultimă generație, care permit un proces consistent și delicat, având capacitatea de a adapta parametrii în funcție de nevoile fiecărei vaci, astfel reducând riscul de stres atât pentru animale, cât și pentru operatori. Această abordare inovatoare nu doar că optimizează utilizarea resurselor umane, dar și asigură o monitorizare constantă și detaliată a lactației fiecărei vaci, permițând intervenții rapide și eficiente în cazuri de anomalii sau probleme de sănătate[36].

În plus, prin implementarea automatizării, se contribuie semnificativ la standardizarea calității laptelui colectat, un factor esențial pentru a menține niveluri ridicate de igienă, ceea ce este imperativ pentru a răspunde cerințelor reglementărilor de siguranță alimentară și a cerințelor pieței. Această eficiență ridicată nu doar că crește producția, ci și îmbunătățește bunăstarea animalelor, creând un sistem agricol mai sustenabil pe termen lung[36].

Optimizarea proceselor în fermele mici și mijlocii de vaci de lapte din România reprezintă un element esențial și fundamental pentru creșterea competitivității și asigurarea unei durabilități operaționale pe termen lung. Utilizarea soluțiilor digitale avansate, cum ar fi sistemele moderne de management al fermei, permite analiza detaliată a datelor în timp real și sprijină luarea unor decizii informate și bine fundamentate [37,38]. Aceasta include nu doar planificarea atentă a rotației animalelor, ci și gestionarea eficientă a furajelor, dar și sincronizarea intervențiilor veterinare pentru a asigura sănătatea turmei. Acest nivel de coordonare permite fermierilor să minimizeze semnificativ pierderile și să îmbunătățească productivitatea generală a fermei.

În plus, implementarea acestor soluții oferă oportunitatea de a adapta operațiunile fermelor la cerințele variate și în continuă schimbare ale pieței, toate acestea având loc în mod sustenabil și rentabil, ceea

ce contribuie la crearea unui mediu mai viabil pentru fermieri, precum și la reducerea costurilor operaționale. Reducerea costurilor în cadrul fermelor de vaci de lapte este vitală pentru menținerea viabilității economice în această industrie, în special în contextul digitalizării, care devine din ce în ce mai important în zilele noastre.

Prin implementarea tehnologiilor moderne și avansate, fermierii pot eficientiza semnificativ procesele de operare și pot automatiza o varietate de sarcini manuale, ceea ce duce la economii considerabile de timp și resurse[39].

De exemplu, utilizarea senzorilor pentru monitorizarea continuă în timp real a condițiilor de mediu, precum temperatura, umiditatea și sănătatea animalelor, poate preveni pierderile financiare cauzate de apariția bolilor sau de factorii nefavorabili din mediul înconjurător.

Totodată, analiza detaliată a datelor operaționale oferă fermierilor informații valoroase care facilitează identificarea oportunităților de economisire, permițând astfel alocarea optimizată a resurselor disponibile. Această strategii contribuie la o administrare mai riguroasă a bugetului, sporind profitabilitatea și sustenabilitatea pe termen lung a fermelor. Integrarea tehnologiilor inovatoare este esențială pentru viitorul fermelor de vaci de lapte, îmbunătățind nu

doar eficiența, ci și calitatea produselor oferite pe piață.

2.3. Cum sprijină tehnologia o fermă sa devină mai “verde” și mai rezilientă

În contextul fermelor mici și mijlocii de vaci de lapte din România, digitalizarea joacă un rol esențial în asigurarea sustenabilității și rezilienței economice și ecologice. Implementarea tehnologiilor digitale facilitează utilizarea eficientă a resurselor prin introducerea unor strategii inteligente de monitorizare și gestionare. Sistemele digitale permit fermierilor să obțină date precise referitoare la consumul de apă și energie, oferind posibilitatea de a reduce risipa și de a optimiza consumul[40].

De asemenea, gestionarea corectă a emisiilor de carbon devine posibilă prin tehnologii inovatoare care urmăresc și analizează amprenta de carbon, oferind soluții pentru diminuarea impactului asupra mediului. Astfel, integrând instrumente digitale, fermele devin mai adaptabile la schimbările climatice și pot asigura stabilitatea pe termen lung a producției de lapte, îmbunătățindu-și, totodată, profitabilitatea[41].

Digitalizarea joacă un rol esențial în îmbunătățirea semnificativă a managementului resurselor utilizate în fermele mici și mijlocii de vaci de lapte din România. Aceasta facilitează nu doar o utilizare mai sustenabilă și eficientă

BUNASTAREA ANIMALELOR



a resurselor disponibile, ci și asigură o dezvoltare sănătoasă a agriculturii. De asemenea, digitalizarea permite o adaptare rapidă la nevoile economice și de mediu actuale, ceea ce este vital în contextul cu schimbări rapide. Sistemele avansate de monitorizare a apei permit detecția rapidă a scurgerilor și, în același timp, optimizează procesele de irigare.

Aceste tehnologii moderne se traduc printr-o gestionare mai bună a apei, esențială pentru utilizarea rațională a acestei resurse prețioase. Prin implementarea acestor soluții tehnice inovatoare, fermierii realizează o economie considerabilă de resurse, ceea ce devine din ce în ce mai important pentru cei care doresc să își reducă costurile

operaționale fie prin creșterea eficienței, fie prin minimizarea pierderilor[40,42].

În ceea ce privește domeniul energiei, tehnologiile avansate disponibile pe piață reprezintă un pas crucial în direcția implementării de soluții energetice eficiente, economice și prietenoase cu mediul înconjurător. Aceste soluții includ diverse surse regenerabile de energie, cum ar fi energia solară, eoliană, sau biomasa, care contribuie semnificativ la reducerea dependenței de combustibili fosili. Astfel, nu doar că sunt diminuate costurile totale cu energia, dar se reduce și impactul negativ asupra mediului înconjurător, creând astfel un circuit de dezvoltare sustenabil. Gestionarea corectă a emisiilor de carbon devine

astfel o realitate posibilă prin utilizarea de platforme digitale inovatoare, care permit urmărirea impactului asupra mediului în mod detaliat și precis[41–44]. Aceste platforme măsoară și analizează datele relevante, oferind informații analitice esențiale pentru dezvoltarea unor strategii eficiente de reducere semnificativă a emisiilor pe termen lung.

O gestionare integrată a resurselor a demonstrat clar că are efecte pozitive nu doar asupra protejării mediului, dar și asupra asigurării rentabilității și competitivității fermelor pe termen lung. Prin urmare, se creează premisele unui viitor durabil și echilibrat pentru sectorul agricol din România, contribuind activ la intensificarea producției de lapte și la creșterea calității acestuia. Aceste aspecte nu trebuie ignorate în contextul provocărilor globale actuale, unde fiecare pas spre modernizare și eficiență devine o urgență pentru supraviețuirea și prosperitatea fermelor și comunităților rurale[43].

2.4. Bunăstare monitorizată inteligent – confortul devine măsurabil

Bunăstarea animalelor reprezintă o componentă esențială și fundamentală în fermele de vaci de lapte, având un impact direct, profund și semnificativ asupra productivității și calității laptelui obținut. Aceasta influențează nu doar economia fermei, ci și lanțul de aprovizionare

la nivel regional, având consecințe importante asupra dezvoltării economice a comunităților rurale[45,46]

Asigurarea unui mediu propice și favorabil pentru bovine este o sarcină complexă, ce implică nu doar aspectele legate de hrană, care trebuie să fie diversificată, variată și adaptată nevoilor lor specifice de nutriție, ci și de adăpost[47].

Acesta trebuie să fie nu doar confortabil, ci și igienic și bine întreținut, oferind astfel condiții optime de trai pentru animalele crescute. Bunăstarea animalelor este caracterizată prin asigurarea celor 5 libertăți: libertatea de foame și sete; libertatea de disconfort; libertatea de a-și exprima comportamentul natural; libertatea de frică și pericol; libertatea de durere, ranire sau boala[45].

În acest context, este esențială o monitorizare atentă și riguroasă a comportamentului, sănătății și bunăstării acestora, pentru a putea identifica din timp orice problemă care ar putea să apară și care ar putea afecta negativ eficiența productivă. Digitalizarea aduce inovații și soluții semnificative în această zonă, oferind oportunități valoroase pentru implementarea de tehnologii avansate care să îmbunătățească considerabil starea generală de sănătate a animalelor, dar și eficiența proceselor de producție, contribuind astfel la o îmbunătățire a performanței economice a fermei [48,49].



Acest aspect este extrem de important, întrucât bunăstarea superioară a animalelor contribuie direct la o producție mai sustenabilă, eficientă și profitabilă pe termen lung, în beneficiul tuturor părților implicate, de la fermieri la consumatori. De asemenea, fiecare detaliu contează în îngrijirea lor, iar aspectele de sănătate, nutriție și mediu pot avea repercusiuni semnificative asupra întregului sistem de producție agricol, influențând nu doar cantitatea, ci și calitatea produselor oferite. Crearea unui climat favorabil, alături de un management corect și responsabil, poate transforma radical performanța generală a fermei și a proceselor asociate, îmbunătățind atât producția, cât și satisfacția angajaților care se ocupă de îngrijirea acestor animale.

Astfel, investiția în bunăstarea animalelor reprezintă o strategie pe termen lung, prin care se caută nu numai eficiență

economică, ci și un respect deosebit față de viața și condițiile de trai ale bovinelor, având în vedere că ele joacă un rol esențial în sistemul agricol, influențând generarea de venituri, sustenabilitatea mediului rural și dezvoltarea comunităților locale. Un astfel de angajament față de bunăstarea animalelor aduce beneficii majore pe multiple niveluri.

2.5. De la ferma la furculiță – Trasabilitate și siguranță alimentară

Implementarea digitalizării în fermele de vaci de lapte joacă un rol esențial în procesul de asigurare a trasabilității și a siguranței alimentare, permițând o urmărire amănunțită a produselor de la originea acestora până la consumatorul final. Prin utilizarea tehnologiilor avansate de identificare, cum ar fi sistemele RFID și codurile QR, se colectează și se înregistrează date critice



și valoroase la fiecare etapă a procesului de producție, asigurându-se astfel integritatea și transparența lanțului de aprovizionare [50–52]. Această abordare nu doar că crește considerabil încrederea consumatorilor în produsele oferite, ci permite, de asemenea, intervenții rapide și eficiente în caz de probleme de siguranță alimentară. De exemplu, în situații critice, facilitățile digitale permit retrageri rapide și eficiente de produse afectate, protejând în același timp sănătatea publicului și a consumatorilor[53].

În cadrul fermelor de vaci de lapte, digitalizarea revoluționează modul în care se desfășoară activitatea, facilitând un sistem transparent și extrem de eficient de trasabilitate, care își are originea în procesul de producție și se întinde până la consumator. Prin intermediul unor platforme integrate, care sunt concepute să fie ușor accesibile, informațiile relevante privind originea laptelui, datele detaliate privind hrana animalelor, precum și tratamentele veterinare

efectuate sunt stocate cu meticulozitate și devin accesibile în timp real. Această abordare holistică, care implică întreaga lanț de distribuție, permite fermierilor să urmărească fiecare lot de lapte cu precizie absolută, până la punctul final de vânzare, oferind consumatorilor nu doar produsul, ci și detalii complete și transparente despre acesta. Cu ajutorul tehnologiilor digitale, fermierii pot monitoriza și gestiona în mod activ informațiile legate de producție, manipulare și distribuție, asigurându-se că fiecare pas al procesului este conform cu reglementările și standardele de siguranță alimentară. Implementarea acestor soluții tehnologice este, așadar, vitală pentru viitorul agriculturii, contribuind la o mai bună gestionare a resurselor și la menținerea standardelor înalte de calitate și siguranță necesare în industria alimentară contemporană.

III. Optimizare

Soluții digitale moderne pentru optimizarea proceselor în fermele de vaci de lapte



Fiecare pas înainte în digitalizare deschide noi posibilități pentru optimizarea proceselor și eficientizarea operațiunilor, oferind beneficii nebănuite nu doar fermierilor, ci și întregii societăți, făcându-i pe toți să beneficieze de produse mai sigure și de o sursă de hrană mai fiabilă. Această evoluție tehnologică nu afectează doar modul în care sunt produsele gestionate, ci și interacțiunea dintre consumatori și fermieri, deschizând calea către o colaborare mai strânsă și mai bazată pe încredere, esențială în contextul actual al unei economii globale din ce în ce mai interconectate[54]. În plus, tehnologiile digitale avansate permit o monitorizare continuă și riguroasă a standardelor de igienă, ceea ce asigură nu doar calitatea, ci și conformitatea produselor lactate cu normele în vigoare, contribuind astfel la creșterea încrederii consumatorilor.

O colaborare mai strânsă și mai bazată pe încredere este esențială în contextul actual al unei economii globale din ce în ce mai interconectate.



Preocupările privind bunăstarea animalelor au cunoscut o ascensiune semnificativă atât la nivel global, cât și în contextul național.

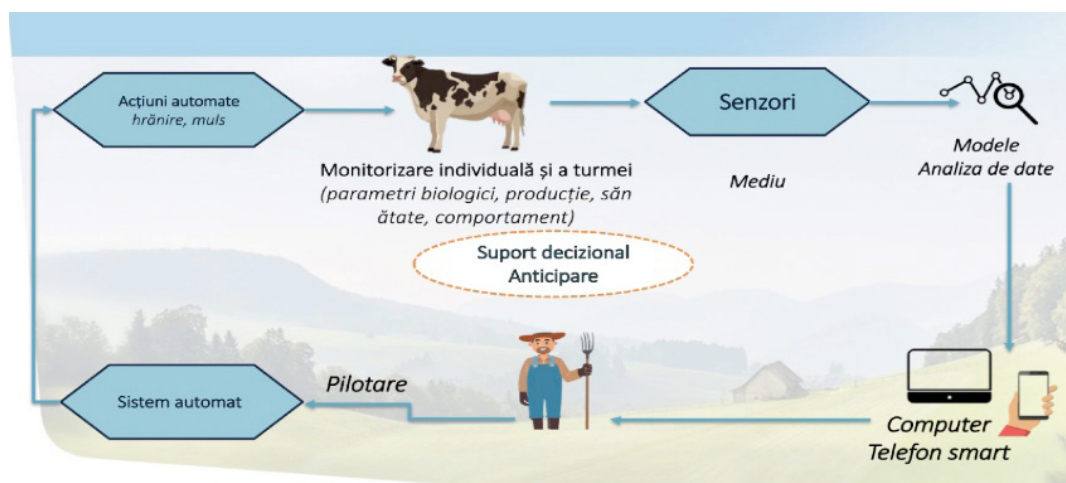
Selecția genetică intensivă orientată spre vacile de lapte cu productivitate ridicată s-a dovedit eficientă din perspectiva cantității produse, însă concomitent a generat vulnerabilități în bunăstarea animalelor: vacile cu intervale de fătare mai scurte și cu randament mare sunt mai predispuse la boli metabolice, mastite și afecțiuni locomotorii.

În această perspectivă, conceptele de „sănătate” și „bunăstare” nu pot fi dissociate deoarece starea de bunăstare influențează direct consumul de substanțe antimicrobiene în exploatație, iar prin urmare un nivel ridicat al bunăstării animale se poate asemana cu

o contribuție importantă la prevenirea fenomenului de antibiorezistență, aspect cheie în sănătatea publică [9].

Pe de altă parte, îmbunătățirea bunăstării vacilor de lapte nu este doar o chestiune etică: produce câștiguri palpabile în productivitatea globală a fermei și conferă un avantaj competitiv producătorilor de lactate [11,55]. Astfel, creșterea vacilor de lapte a evoluat gradual de la metodele tradiționale, bazate pe experiența practică a crescătorilor, către practici tehnologice și standardizate. Pe măsură ce efectele cresc, devine tot mai dificil pentru crescător să monitorizeze în mod individual starea fiecărei vaci.

În acest context, fermierii orientați spre maximizarea profiturilor și maximizarea pierderilor au identificat digitalizarea ca principal vehicul de transformare:





Pedometru

Colier

Tag auricular



Monitorizează eficient și cu acuratețe activitatea fizică, modificările comportamentelor și estru.

Monitorizează cu acuratețe diferite comportamente, cum ar fi activitatea, ruminația, cantitatea de furaj consumată, și stresul termic.

Este compact, cântărind în general 50g, iar unele modele pot măsura atât activitatea, cât și temperatura corpului.



Nu este posibilă monitorizarea rumegării și a cantității de furaj consumate. Purtarea pedometrului crește probabilitatea dezvoltării unor afecțiuni la nivelul membrelor.

Produsul cântărește mai mult de 300 g (inclusiv centura), care poate impact asupra intrării și ieșirii capului animalului în sistemul de conținere.

Acest produs are o durată mai scurtă de viață a bateriei, monitorizează inexact ruminația, hrănirea și poate deteriora canalul auricular la bovine.

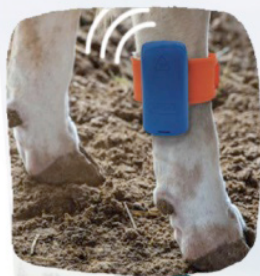
reducerea incidenței bolilor bovinelor, diminuarea stresului, reducerea costurilor de furajare, eficientizarea managementului reproducției. Tehnologiile portabile destinate monitorizării în timp real a bovinelor, dezvoltate în contextul Internetului Lucrurilor (IoT), au cunoscut o creștere accelerată în ultimii ani, atât în fermele de vaci de lapte, cât și în cele destinate vacilor de carne.

Conceptul IoT reprezintă o extindere a infrastructurii internetului, posibilă datorită progreselor rapide în domeniul tehnologiilor informaționale și de comunicații. Integrarea senzorilor în obiecte fizice obișnuite permite identificarea unică a acestora și

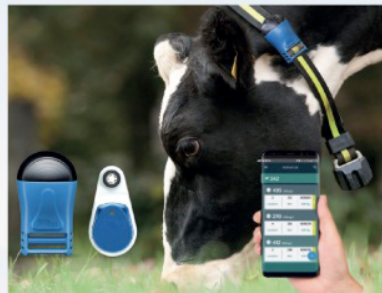
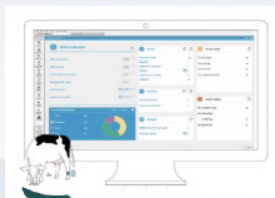
transmiterea continuă a datelor prin internet sau rețele locale, generând volume mari de informații — fenomen cunoscut drept big data [56,57].

În mod specific, ceea ce anterior era observat prin inspecție vizuală sau examinare clinică punctuală este astăzi monitorizat continuu prin dispozitive conectate, capabile să detecteze variații subtile în comportament sau parametri fiziologici ai animalelor. De asemenea, este posibilă și monitorizarea mult mai facilă a mediului în care se regăsesc animalele, dar și a proceselor din cadrul fermei. Sistemele dezvoltate în acest context includ software specializat și dispozitive terminale conectate la baze

Tehnologiilor digitale utilizate pentru optimizarea proceselor în fermele de vaci de lapte



Sistem de management al fermei
AFIMILK



Sistem de management al fermei
SenseHub

de date capabile să colecteze datele autonom și să le transmită către servere cloud unde aplicațiile de inteligență artificială le analizează pentru a genera alerte destinate fermierilor sau medicilor veterinari [62,63].

Majoritatea acestor procese funcționează în infrastructuri private, iar accesul utilizatorilor finali se realizează prin aplicații mobile sau platforme personalizate.

Literatura recentă evidențiază tendința adoptării senzorilor pentru monitorizare continuă în timp real a efectivelor. Printre tehnologiile utilizate se numără recunoașterea pe bază de imagine și voce, analize comportamentale asistate de AI, sisteme de analiză rapidă la marginea rețelei (edge computing) sau prin servere cloud, toate destinate evaluării stării de sănătate și bunăstării animalelor [64–66].

Senzorii sunt utilizați pentru monitorizarea funcțiilor fiziologice precum temperatura corporală, frecvența respiratorie, activitatea ruminală, nivelul de odihnă, ingestia de substanță uscată, producția de lapte și schimbările de greutate corporală [56,57].

De asemenea, monitorizarea reproducției, detectarea estrului și supravegherea sistemului musculo-scheletal sunt domenii în care aceste tehnologii oferă beneficii semnificative. În gestionarea sănătății bovinelor, aplicațiile IoT au câștigat popularitate, în special datorită capacității acestora de a localiza animalele și de a detecta precoce modificări sugestive pentru boli sau suferință.

Monitorizarea continuă 24/7 permite o abordare proactivă a deciziilor sanitare și de management[58]. Printre aplicațiile IoT utilizate în ferme se numără coliere

Monitorizare individuală în timp real Sistem Allflex SenseHub



inteligente, pedometre, ear-tag-uri cu senzori integrați, sisteme cu camere multispectrale și microstații biometrice.

Aceste dispozitive pot monitoriza comportamentul alimentar, activitatea locomotorie sau parametri fiziologici, devenind indicatori obiectivi ai stării de sănătate și bunăstare [59,60]. Avantajele acestor tehnologii sunt evidente: posibilitatea detectării precoce a bolilor, monitorizarea microclimatului în adăposturi, reducerea stresului termic și optimizarea producției de lapte. Totuși, adoptarea lor este adesea limitată de accesul precar la internet în mediul rural, lipsa interoperabilității între sisteme și costurile ridicate ale implementării [61].

Inteligența artificială reprezintă elementul central al acestor sisteme. După prelucrarea datelor brute, AI permite analiza predictivă, identificarea

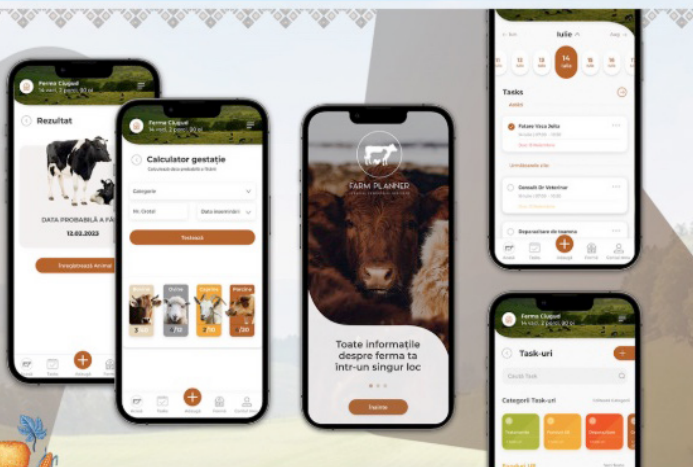
abaterilor de la normal, personalizarea managementului și reducerea dependenței de observațiile umane, contribuind la creșterea eficienței operaționale [62].

Deși potențialul este considerabil, lipsa unui cadru de reglementare clar și utilizarea datelor proprietare îngreunează evaluarea transparenței și fiabilității acestor sisteme.

În cadrul proiectului finanțat de către Academia Oamenilor de Știință din România a fost derulat o cercetare de piață aprofundată, vizând soluțiile digitale disponibile pentru optimizarea proceselor în fermele de vaci de lapte. Au fost evaluate tehnologiile identificate în funcție de criterii precum costul, scalabilitatea, ușurința în utilizare și beneficiile potențiale.

FARM PLANNER – Aplicație dezvoltată de o companie din România

Farm Planner este o aplicație mobilă concepută pentru a ajuta fermierii români cu ferme mici și mijlocii din domeniul zootehniei să își gestioneze operațiunile într-un mod eficient și digitalizat.



Marca	Afimilk	Allflex	Sveaverken	Nedap	DeLaval	Lely	Baumatic	FarmPlanner
Model	Afi Collar 	SenseHub 	MooCollar Bree 	Smarttag Neck 	Activity Meter 	Owes ISO 	BovSmart 	
Monitorizarea activității	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Monitorizarea estrului	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Alertă fatari	-	✓	✓	-	-	-	-	-
Alerta avort	-	✓	✓	-	-	-	-	-
Monitorizarea rumegării	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓
Monitorizarea hrănirii	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓
Evaluarea sănătății	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Managementul afecțiunilor de sanătate	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Locația animalelor	-	-	-	-	-	-	-	✓
Management de grup	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓
Frecvența de comunicare	1 h	2h	2h	-	15 min	2h	2h	2h
Durata de viață a bateriei	8 ani	7 ani	5 ani	8 ani	7 ani	7 ani		5 ani
Tip protecție	IP68	IP68		IP 65				
Distanța comunicare	1 km	2 km	1 km	500 m	1 km	100 m	1km	

IV. Riscuri

Digitalizarea fermelor mici și mijlocii:
pași de urmat și erori frecvente



Adoptarea tehnologiilor digitale într-o fermă de vaci de lapte de dimensiuni reduse sau medii nu înseamnă doar montarea unor senzori și instalarea unui software este un proces de transformare profundă, care presupune înțelegerea clară a nevoilor fermei, alegerea atentă a soluțiilor potrivite și construirea unei culturi organizaționale deschise spre inovație.

În paginile care urmează, vom parcurge împreună fiecare etapă, combinând viziunea strategică cu pașii operaționali necesari pentru ca digitalizarea să devină nu doar un proiect, ci o realitate cotidiană.

Digitalizarea trebuie
să devină nu doar un
proiect, ci și o realitate
cotidiană.



4.1. De la provocări la obiective: evaluarea și planificarea inițială

Tranziția către digitalizarea fermei nu trebuie să înceapă cu achiziționarea de echipamente costisitoare sau implementarea unor soluții tehnologice sofisticate, ci cu o etapă de reflecție și autoevaluare atentă. Digitalizarea nu este o rețetă universală, ci un proces adaptat contextului fiecărei ferme, iar pentru a fi eficient, trebuie ancorat în înțelegerea profundă a realităților operaționale specifice fiecărei exploatații. Acest capitol oferă o abordare etapizată a începutului de drum – de la provocările zilnice resimțite în fermă, până la formularea de obiective concrete și identificarea surselor de finanțare potrivite.

1) Identificarea punctelor vulnerabile

Primul pas în procesul de digitalizare constă în înțelegerea profundă a propriei ferme: a punctelor forte, dar mai ales a acelor zone în care se înregistrează pierderi, riscuri sau blocaje. Această etapă presupune o observare sistematică a proceselor zilnice și o analiză critică a rutinei operaționale. Unde se pierde timp inutil? Ce activități generează stres sau disconfort animal? În ce momente apar erori care ar putea fi prevenite?

Fermele mici și mijlocii se confruntă frecvent cu suprasolicitarea forței de muncă, cu decizii luate intuitiv și cu

lipsa unei imagini de ansamblu asupra performanței economice sau sanitare[63]. Astfel, fermierul este adesea prins într-un ciclu de reacție la probleme, în loc să poată preveni și planifica. Pentru a ieși din acest cerc, este necesară o etapă de reflecție organizată: documentarea activităților, observarea tiparelor, discuții cu personalul și, unde este posibil, consultarea unui specialist.

Este util ca în această etapă să se utilizeze un jurnal de activitate sau un instrument de autoevaluare, în care să fie notate toate activitățile desfășurate într-o săptămână, împreună cu durata acestora, resursele implicate și eventualele incidente. Astfel, se pot identifica mai ușor acele procese unde intervenția digitală ar putea aduce beneficii tangibile – fie prin automatizare, fie prin monitorizare sau alertare în timp real.

2) Formularea obiectivelor SMART

Odată clarificate punctele vulnerabile, următoarea etapă constă în formularea unor obiective clare și realizabile. Este important ca aceste obiective să nu rămână la stadiul de intenții generale (ex. „vreau să îmbunătățesc producția”), ci să fie formulate într-un mod care să permită urmărirea progresului și evaluarea impactului. În acest sens, abordarea SMART (Specifice, Măsurabile, Accesibile, Relevante, Încadrate în timp) oferă un cadru eficient de lucru.

Exemplu de obiectiv: „Reducerea ratei de mastită cu 15% în decurs de 12 luni, prin implementarea unui sistem de monitorizare a ruminației și temperaturii.”

Fiecare obiectiv bine formulat asigură o direcție clară în procesul de schimbare. El devine un reper în dialogul cu furnizorii de soluții, în accesarea fondurilor și în motivarea echipei fermei.

3) Proiectarea bugetului și găsirea surselor de finanțare

Digitalizarea presupune, inevitabil, o investiție financiară. De aceea, este important ca înainte de a achiziționa orice echipament, fermierul să își construiască o imagine de ansamblu asupra costurilor implicate și a beneficiilor estimate. Această etapă nu trebuie tratată ca un simplu calcul contabil, ci ca un exercițiu strategic care să evidențieze sustenabilitatea investiției. Se vor lua în calcul: prețul echipamentelor (senzori, camere, automate), costurile software (abonamente, aplicații mobile, mentenanță), formarea angajaților și eventualele servicii de suport tehnic.

În paralel, se vor estima economiile posibile: reducerea pierderilor de lapte, scăderea incidenței bolilor, reducerea consumului de furaje, optimizarea forței de muncă.

Pe baza acestor date, fermierul poate decide:

- să acceseze fonduri europene prin PNDR;
- să aplice pentru subvenții AFIR pentru digitalizare;

să opteze pentru leasing operațional sau parteneriate cu furnizori.

4.2. Alegerea soluțiilor: hardware, software și servicii

După ce obiectivele au fost clar formulate și bugetul estimativ conturat, pasul următor în procesul de digitalizare constă în alegerea judicioasă a soluțiilor tehnice care corespund cel mai bine nevoilor fermei. Alegerea tehnologiei nu ar trebui să fie dictată de trenduri sau de promisiunile comerciale ale furnizorilor, ci să reflecte o înțelegere realistă a ceea ce este fezabil, util și sustenabil pe termen lung.

Tehnologiile digitale disponibile pentru zootehnie sunt diverse și pot fi împărțite în trei mari categorii: hardware, software și servicii de suport. Toate aceste componente trebuie privite ca părți ale unui sistem integrat, capabil să colecteze, proceseze și utilizeze date relevante pentru managementul fermei.

Hardware-ul de bază include echipamente fizice care captează date în timp real despre starea de sănătate, comportamentul și mediul în care trăiesc animalele. Senzorii portabili, montați sub formă de zgardă

sau pedometru, pot măsura temperatura corporală, activitatea fizică, ruminația sau poziția animalului (culcat, în picioare, în mișcare). Camerele video inteligente montate în adăposturi contribuie la supravegherea comportamentului bovinelor și pot semnaliza rapid eventuale semne de stres, izolare sau tulburări locomotorii. Pentru fermele cu pășuni, dronele devin instrumente utile în evaluarea stării vegetației, a suprafeței utilizate și a poziției animalelor în teren. În plus, roboții de muls și sistemele automate de hrănire oferă consistență în operațiunile zilnice, reduc dependența de forța de muncă și pot contribui semnificativ la bunăstarea animalelor.

Soluțiile software permit centralizarea și interpretarea datelor. Platformele moderne includ tablouri de bord (dashboard-uri) intuitive, care pot fi accesate de pe telefon sau computer și care oferă o imagine de ansamblu asupra producției de lapte, sănătății animalelor, consumului de furaje sau fertilității. Aplicațiile mobile pot transmite alerte în timp real atunci când un parametru depășește limitele normale: o vacă nu mai rumegă, temperatura corporală crește sau o gestație nu evoluează corespunzător. Unele platforme includ module de inteligență artificială care pot face predicții privind riscul de apariție a mastitei sau pot recomanda ajustări ale rației în funcție de starea fiziologică a animalului.

Serviciile de integrare și suport completează partea tehnică și asigură funcționarea coerentă a sistemului. Este esențial ca fermierul să beneficieze de asistență tehnică la instalare, configurare și integrarea senzorilor cu platforma software. De asemenea, este recomandabil ca întreaga echipă a fermei să participe la sesiuni de training pentru a învăța să interpreteze datele, să reacționeze la alerte și să utilizeze sistemele în mod optim. Menținerea periodică, actualizările software și securitatea datelor trebuie discutate încă din etapa de selecție a furnizorului.

În alegerea fiecărei componente, se recomandă o analiză atentă a trei factori:

Scalabilitatea: capacitatea sistemului de a se adapta la o eventuală extindere a efectivului;

Ușurința în utilizare: interfața prietenoasă, disponibilitatea în limba română și suportul pentru utilizatori non-tehnici;

Interoperabilitatea: compatibilitatea cu alte soluții deja existente în fermă (ex. software de contabilitate, module de gestiune furajeră, sisteme de muls automate).

Investiția într-un sistem care poate comunica eficient între componente, care este ușor de înțeles și care poate crește odată cu ferma este mult mai valoroasă decât achiziționarea unui echipament

de ultimă generație, dar izolat sau greu de folosit. În cele din urmă, soluțiile digitale ar trebui să aducă claritate, viteză și capacitate decizională sporită, nu să creeze dependențe sau confuzii.

4.3. Pilotarea și testarea: pașii înainte de extindere

Orice soluție tehnologică, oricât de promițătoare ar părea în teorie sau în demonstrațiile comerciale, trebuie să fie testată în condițiile specifice ale fiecărei ferme înainte de a fi implementată la scară largă. Această etapă de pilotare este esențială pentru a evita investițiile ineficiente și pentru a calibra sistemele în funcție de realitatea operațională.

Pilotarea presupune selectarea unui segment limitat din fermă – fie un grup reprezentativ de animale, fie un sector specific (adăpost, sală de muls, pășune) – în care soluția digitală este instalată și testată pentru o perioadă determinată. Această abordare minimizează riscurile și permite fermierului să observe, fără presiune, modul în care tehnologia interacționează cu rutina zilnică, cu echipa și cu animalele.

Instalare restrânsă: În această fază, se recomandă alegerea unui lot pilot, de exemplu, 20–30 de vaci aflate în lactație sau în perioada critică post-fătare. Senzorii, camerele sau alte echipamente sunt instalate doar în acest sector, iar

datele colectate sunt direcționate către platforma digitală aleasă.

Astfel, se pot observa fluxurile de informații fără a afecta întreaga fermă și fără a perturba organizarea generală a activităților.

Colectare și evaluare: Pe parcursul primelor 4–6 săptămâni de funcționare, trebuie urmăriți cu atenție mai mulți indicatori:

- frecvența și acuratețea alertelor generate de sistem (ex. mastită, scădere de ruminație, temperatură corporală anormală);
- variațiile în consumul de furaje și eventualele corelații cu producția de lapte;
- răspunsul și feedback-ul echipei care interacționează cu tehnologia: cât de intuitivă este platforma, cât timp consumă, cât de repede învață să interpreteze datele.

Este util ca aceste observații să fie documentate, iar concluziile să fie discutate cu furnizorul tehnic sau cu un specialist în digitalizare zootehnică.

Astfel, se pot identifica punctele forte ale soluției, dar și limitele sale în contextul specific al fermei.

Ajustări și optimizare: La finalul perioadei de test, înainte de orice extindere, este

necesară o etapă de reglaj fin. Pragurile de alertă pot fi calibrate pentru a evita supra-alarmarea sau întârzierea detectării. Procedurile interne de reacție la alerte trebuie revizuite și, dacă este cazul, adaptate în funcție de specificul personalului sau al organizării fermei.

Doar în momentul în care obiectivele pilotului au fost atinse, iar beneficiile sunt cuantificabile – fie în economii de timp, fie în reducerea pierderilor sau în creșterea productivității – soluția poate fi extinsă progresiv la întreaga fermă. Astfel, digitalizarea devine un proces controlat, predictibil și adaptat, nu un salt în necunoscut.

4.4. Integrare și interoperabilitate: unificarea datelor

Digitalizarea cu adevărat eficientă nu constă doar în implementarea unor echipamente sau aplicații izolate, ci în crearea unui ecosistem integrat, în care toate componentele tehnologice comunică fluid și coerent între ele. O fermă digitalizată funcționează ca un organism viu: fiecare parte contribuie la un sistem complex de luare a deciziilor, iar lipsa de coordonare între elemente poate duce la confuzie, blocaje sau erori.

Integrarea reprezintă capacitatea unei platforme centrale de a colecta, procesa și afișa date provenite din surse multiple –



senzori, camere, roboți de muls, aplicații de inventar, sisteme de climatizare sau de hrănire automată. În loc ca fiecare sistem să funcționeze separat, într-o logică închisă, toate datele se centralizează într-un singur „centru de comandă” – de regulă un dashboard digital accesibil online, care oferă o imagine de ansamblu a întregii ferme în timp real. Această centralizare a datelor permite nu doar o monitorizare continuă, ci și o analiză comparativă: se pot corela nivelul de ruminație cu temperatura ambientală, consumul de furaje cu fluctuațiile de producție de lapte sau alertele medicale cu mișcările vacii în grajd. În lipsa acestei integrări, datele rămân fragmentate și își pierd din valoare strategică.

Interoperabilitatea presupune ca toate sistemele implementate să „vorbească aceeași limbă” sau, cel puțin, să poată fi convertite automat într-un format comun. Este important ca, încă din etapa de selecție a furnizorilor, să se verifice dacă senzorii, camerele și aplicațiile software respectă protocoale de comunicare standard (ex. API-uri deschise) și dacă pot fi conectate la o platformă unificată. Unele soluții includ deja funcții de traducere și standardizare a datelor, reducând riscul de erori și timpul necesar sincronizării informațiilor.

Automatizarea alertelor este un alt beneficiu important al integrării. Fermierul poate seta praguri de intervenție

(ex. scăderea bruscă a activității motorii sau temperatură crescută), iar sistemul poate trimite notificări automate prin SMS, e-mail sau aplicație mobilă. Astfel, se elimină necesitatea unei supravegheri constante și se permite intervenția rapidă, chiar și de la distanță.

În concluzie, o fermă digitală eficientă este una care funcționează unitar. Nu cantitatea de echipamente face diferența, ci capacitatea lor de a lucra împreună. Interoperabilitatea nu doar că reduce erorile de comunicare între sisteme, ci oferă fermierului o imagine coerentă, reală și imediată asupra stării generale a fermei – esențială pentru luarea unor decizii rapide și bine informate.

4.5. Eficiența tehnologiei depinde de oameni: formare, proceduri și colaborare

Oricât de avansată ar fi o soluție digitală, eficiența acesteia este direct proporțională cu modul în care este utilizată de echipa din fermă. În lipsa unei înțelegeri clare a funcționalităților, a unor proceduri bine definite și a unei culturi organizaționale deschise spre învățare, orice investiție riscă să fie subutilizată sau chiar abandonată. Această secțiune subliniază importanța dimensiunii umane în digitalizarea fermelor.

Training continuu: Tehnologia nu este statică, iar echipele din fermă se pot modifica în timp. De aceea, instruirea

personalului nu trebuie să fie un eveniment singular, ci un proces continuu. Organizarea de sesiuni periodice de formare – ideal în colaborare cu furnizorii de tehnologie – permite operatorilor să își actualizeze cunoștințele, să exerseze scenarii reale (ex. alertă de mastită, călduri, cădere în activitate) și să se simtă încrezători în utilizarea platformei. Atunci când angajații înțeleg „de ce” și „cum” funcționează sistemul, rata de adoptare crește semnificativ.

Documentare procedurală

Pe lângă formarea practică, este esențială existența unor fișe sau ghiduri operaționale care să detalieze pașii concreți pentru utilizarea platformei. Aceste documente ar trebui să includă instrucțiuni privind:

- pornirea sistemelor și conectarea senzorilor;
- interpretarea alertelor și prioritizarea intervențiilor;
- întreținerea de rutină a componentelor hardware;
- măsuri de siguranță pentru protecția datelor și a echipamentelor.

Fișele pot fi afișate în locuri vizibile (ex. sala de mulș, biroul tehnic) sau stocate digital pentru acces rapid.

Comunicare deschisă: Introducerea tehnologiei aduce schimbări care pot

genera nesiguranță, reticență sau confuzie în rândul personalului. De aceea, este important să fie creat un cadru de dialog continuu.

Întâlnirile lunare ale echipei, grupurile online interne (WhatsApp, Messenger) sau chestionarele de feedback pot scoate la lumină probleme recurente, idei de îmbunătățire sau nevoi de suport. O echipă implicată și ascultată va fi mai dispusă să adopte tehnologia și să contribuie la îmbunătățirea continuă.

Implicarea decidenților: Nu în ultimul rând, succesul digitalizării depinde și de susținerea managementului. Prezentarea periodică a unor rapoarte concise – care evidențiază economiile realizate, creșterea producției, reducerea numărului de tratamente sau a timpului de muncă – poate motiva decidenții să sprijine în continuare proiectul. Transparența și comunicarea eficientă între fermieri, echipa tehnică și conducere consolidează încrederea și favorizează extinderea soluțiilor digitale în mod durabil.

4.6. Monitorizare, evaluare și scalare

Implementarea unei soluții digitale nu se încheie odată cu instalarea echipamentelor sau cu instruirea echipei. Din contră, adevărata valoare a digitalizării se construiește în timp, prin monitorizarea constantă a performanțelor, prin ajustări progresive și prin extinderea inteligentă



a sistemului. Această etapă presupune o abordare dinamică și flexibilă, care transformă tehnologia într-un partener strategic al fermei.

Monitorizarea lunară a indicatorilor-cheie este fundamentul acestei etape. Pentru a înțelege dacă sistemul funcționează conform așteptărilor, trebuie urmăriți constant parametri precum:

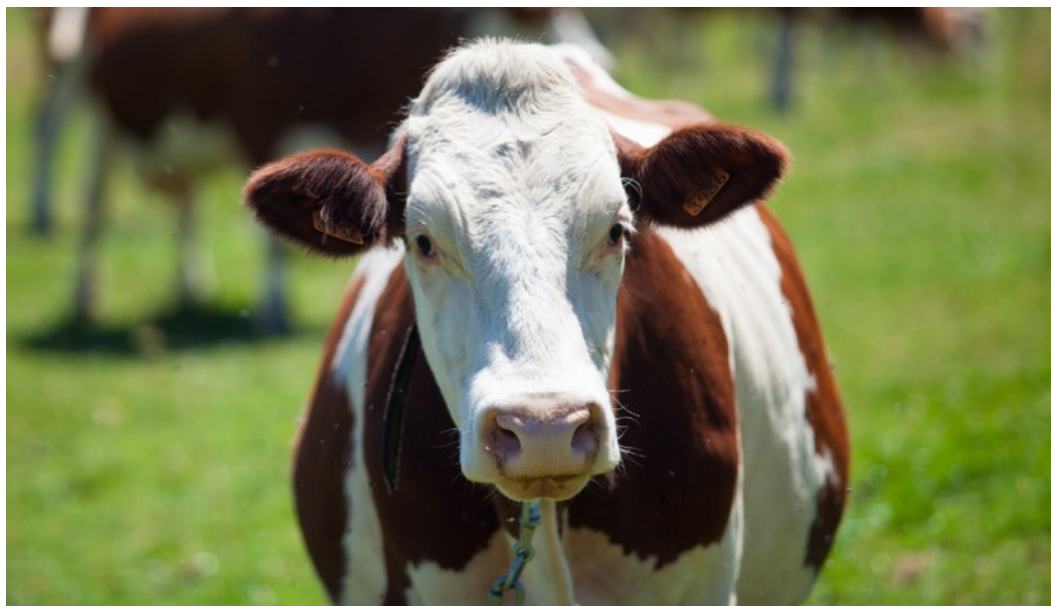
- evoluția productivității (ex. litri de lapte/zi/vacă);
- starea de sănătate a animalelor (ex. incidența mastitei, alertele generate de senzorii de activitate);
- costurile directe și indirecte legate de forța de muncă (ex. ore economisite, intervenții reduse).

Centralizarea acestor date și compararea

lor cu valorile din perioada pre-digitalizare permit o evaluare obiectivă a impactului tehnologic.

Evaluarea performanței în raport cu obiectivele SMART trebuie să fie o activitate recurentă, nu ocazională. Dacă obiectivul a fost, de exemplu, reducerea cu 15% a mastitei, analiza periodică a alertelor și a rezultatelor tratamentelor va arăta dacă sunteți pe drumul cel bun. Dacă nu, poate fi necesară ajustarea pragurilor de alertă, revizuirea procedurilor sau reînvățarea echipei. Digitalizarea nu este un proces rigid, ci o construcție modulară ce se adaptează permanent.

Scalarea este etapa în care, după ce sistemul implementat s-a dovedit eficient la scară redusă, se trece la extinderea acestuia în alte zone ale fermei sau se adaugă noi funcționalități. De exemplu, o fermă care



a reușit să eficientizeze reproducția prin monitorizarea activității vacilor poate introduce un modul AI pentru analiză predictivă a ciclurilor de fătare sau poate integra telemedicina veterinară pentru consultanță rapidă la distanță. Scalarea poate include și conectarea altor tipuri de senzori (climatizare, greutate, umiditate), în funcție de specificul și ambițiile fiecărei ferme.

Prin parcurgerea riguroasă a acestor etape - de la evaluarea inițială și pilotare, la formare, integrare și monitorizare continuă - fermele mici și mijlocii

pot valorifica pe deplin potențialul tehnologiilor digitale. Beneficiile sunt multiple: optimizarea producției, reducerea costurilor, creșterea bunăstării animalelor și consolidarea poziției fermei în fața unor contexte economice și climatice tot mai imprevizibile. În cele din urmă, digitalizarea devine nu doar un instrument, ci o viziune strategică de dezvoltare, o cale sigură către o agricultură inteligentă, sustenabilă și profitabilă.

V. Inovație

De la reticență la inovație - cum pot fi depășite blocajele în transformarea digitală a fermelor



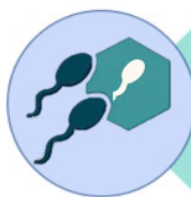
Procesul de digitalizare în fermele mici și mijlocii de vaci de lapte din România se confruntă cu o serie de provocări tehnologice și organizaționale, care influențează nu doar nivelul de eficiență operațională, ci și structurile socio-economice ale comunităților rurale.

În cadrul proiectului finanțat de Academia Oamenilor de Știință din România, intitulat „Transformarea digitală în fermele mici și mijlocii de vaci de lapte: o abordare integrată pentru îmbunătățirea productivității, eficienței și rezilienței”, a fost realizată o investigație calitativă cu obiectivul de a identifica percepțiile, așteptările și barierele existente în procesul de adoptare a tehnologiilor digitale în sectorul zootehnic.

România se confruntă cu o serie de provocări tehnologice și organizaționale, care influențează nu doar nivelul de eficiență operațională, ci și structurile socio-economice ale comunităților rurale.



*Precizie
îmbunătățită a
detectării estrusului
și a timpului de
inseminare*



*Zootehnia de precizie
permite integrarea
viitoare cu strategii de
sexare a spermei,
maximizând câștigurile
genetice*



*Reducerea
volumului de muncă
și a erorilor umane*



*Câștiguri economice
prin reducerea zilelor
deschise, mai puține
proceduri de IA și o
intrare mai rapidă în
producția de lapte*

Metodologia a inclus efectuarea unor interviuri semi-structurate cu fermieri reprezentând o diversitate de modele de exploatare, de la ferme familiale de dimensiuni reduse până la unități agricole cu structură managerială consolidată. În paralel, au fost intervievați specialiști din domeniul agricol, reprezentanți ai companiilor furnizoare de soluții digitale pentru zootehnie de precizie, experți IT, precum și reprezentanți ai instituțiilor publice, ai organizațiilor non-guvernamentale și ai mediului academic. Această varietate de perspective a permis conturarea unui tablou comprehensiv asupra contextului actual al digitalizării în sectorul laptelui.

Interviurile au avut o durată cuprinsă între 30 și 60 de minute, au fost realizate pe baza consimțământului informat al participanților și au fost înregistrate audio pentru a asigura acuratețea analizei ulterioare. Structura semi-deschisă a ghidului de interviu a permis articularea unor teme prestabilite, dar și explorarea în profunzime a elementelor emergente, relevante pentru experiența și poziționarea fiecărui participant.

Principalele direcții tematice analizate au fost următoarele:

- nivelul actual al adopției tehnologiilor digitale în fermele de vaci de lapte;

- dificultățile percepute și barierele operaționale, economice sau cognitive în adoptarea soluțiilor digitale;
- oportunitățile generate de digitalizare pentru creșterea eficienței, a productivității și a sustenabilității exploatațiilor;
- recomandări formulare de fermieri și experți pentru facilitarea procesului de integrare a tehnologiilor digitale în sectorul zootehnic.

Întrebările cheie adresate fermierilor au fost următoarele:

1. Care este tipul fermei dvs. de lapte: fermă de familie, întreprindere privată, cooperativă, altele?
2. Unde se află ferma de vaci de lapte? Vă rugăm să specificați județul și regiunii.
3. Care este dimensiunea turmei?
4. Câți angajați lucrează la fermă, inclusiv dumneavoastră?
5. Sunteți familiarizat cu termenul „zootehnie de precizie”?
6. Utilizați tehnologii digitale/inteligente în ferma dvs.?

În cazul în care nu utilizați tehnologii digitale/inteligente, vă rugăm să selectați motivele pentru care nu ați optat pentru adoptarea acestora (sunt posibile mai multe răspunsuri):

- nu sunt familiarizat(a) cu tehnologiile disponibile pentru sectorul creșterii vacilor de lapte;
 - costul ridicat al echipamentelor;
 - raportul cost-beneficiu
 - tehnologiile oferă prea multă informație și nu știu cum poate fi folosită
 - timp insuficient de alocat învățării tehnologiilor noi
 - dispozitivele/tehnologiile digitale mi se par greu de utilizat;
 - lipsa suportului/instruirii tehnice;
 - îmi este mai ușor să efectuez manual toate acțiunile din fermă;
 - frica de tehnologie/analfabetism informatic;
 - nu am nevoie să folosesc aceste tehnologii.
7. Ce tehnologii digitale/inteligente utilizați în ferma dvs.?
8. De ce ați decis să utilizați aceste tehnologii?
9. Enumerați avantajele utilizării acestor tehnologii.
10. Care sunt dezavantajele, riscurile și incertitudinile asociate cu tehnologia de precizie în creșterea animalelor?
11. Pe baza experienței dvs., unde observați cel mai mare avantaj pentru

ferma dvs. atunci când folosiți aceste tehnologii?

12. Utilizarea tehnologiilor digitale/inteligente are impact asupra programului dumneavoastră de lucru?

13. Ce impact are tehnologia asupra situației economice a fermei dumneavoastră? De exemplu, ați crescut producția de lapte?

14. În opinia dumneavoastră, ce impact au tehnologiile digitale de precizie asupra siguranței și securității alimentare, profitabilității fermelor și mediului înconjurător?

15. Ce așteptări aveți de la viitoarele soluții digitale ?

16. Cum vedeți dezvoltarea sectorului creșterii vacii de lapte în România în următorii 5-10 ani?

Întrebările adresate experților din domeniul agricol, furnizorilor de soluții digitale, reprezentanți ai guvernului, organizațiilor non-guvernamentale, și universităților

În opinia dvs, care sunt avantajele utilizării tehnologiilor digitale/inteligente în sectorul creșterii vacii de lapte?

Bazat pe experiență dvs, care sunt barierele pentru adoptarea tehnologiilor digitale/inteligente în fermele de vaci de lapte mici și mijlocii?

Care sunt dezavantajele, riscurile și incertitudinile asociate cu tehnologia de precizie în creșterea animalelor?

În opinia dumneavoastră, ce impact au tehnologiile digitale de precizie asupra siguranței și securității alimentare, profitabilității fermelor și mediului înconjurător?

Cum vedeți dezvoltarea sectorului creșterii vacii de lapte în România în următorii 5-10 ani?

Datele obținute în urma interviurilor evidențiază faptul că procesul de adoptare a tehnologiilor digitale în fermele mici și mijlocii de vaci de lapte este puternic modelat de percepțiile și așteptările fermierilor cu privire la utilitatea și valoarea economică a acestora. Pentru majoritatea fermierilor intervievați, motivația principală în introducerea inovațiilor tehnologice nu este reprezentată de modernizarea în sine, ci de perspectiva îmbunătățirii eficienței operaționale și a stabilității economice a fermei. Cu toate acestea, adoptarea tehnologiilor este percepută ca un proces complex, condiționat de resursele financiare disponibile, de gradul de acces la cunoștințe tehnice și de infrastructura digitală existentă în mediul rural.

Un aspect recurent în răspunsurile fermierilor îl reprezintă costul echipamentelor și al soluțiilor digitale,

care este perceput ca fiind ridicat în raport cu veniturile și marjele economice ale fermelor mici și mijlocii. Investiția este privită ca necesară numai în măsura în care produce beneficii clare și cuantificabile, precum creșterea productivității, reducerea costurilor sanitare-veterinare sau optimizarea timpului de lucru. Această percepție este strâns legată de un alt element identificat frecvent, respectiv raportul cost-beneficiu, care constituie criteriul central în luarea deciziilor privind adoptarea tehnologiilor digitale.

În același timp, mulți dintre respondenți au subliniat dificultățile legate de utilizarea și interpretarea datelor generate de echipamentele digitale, considerând că tehnologiile actuale necesită un nivel de competență tehnică ce depășește adesea pregătirea lor inițială. Acest aspect este amplificat de accesul limitat la programe de formare continuă și suport tehnic specializat, fără de care integrarea tehnologiilor în practica de zi cu zi rămâne incompletă sau superficială. În mod similar, infrastructura digitală insuficientă, în special conexiunea instabilă la internet în zonele rurale, îngreunează funcționarea optimă a aplicațiilor bazate pe monitorizare în timp real[64,65].

În contrast, fermierii care utilizează deja tehnologii digitale în gestionarea fermelor proprii au fost motivați să implementeze astfel de soluții datorită



beneficiilor oferite de acestea precum îmbunătățirea eficienței, creșterea productivității, creșterea rezilienței. Utilizarea senzorilor și a tehnologiilor digitale a permis monitorizarea mai precisă a stării de sănătate a animalelor, optimizarea producției de lapte precum și îmbunătățirea calității laptelui în fermele gestionate de aceștia. De asemenea, conform respondenților, utilizarea

tehnologiilor a permis gestionarea mai eficientă a riscurilor, scăderea consumului de antibiotice utilizate la nivelul fermei atât la animale adulte cât și la tineret, precum și adaptarea la schimbările climatice și pregătirea pentru situații de urgențe, cum ar fi episoade prelungite de caniculă și stres termic.

Unul din principalele avantaje în utilizarea acestor tehnologii, identificat de



respondenți, a fost suportul pentru luarea unor decizii rapide de management.

Deși implementarea acestor tehnologii în fermele intervievate a adus costuri operaționale suplimentare, respondenții consideră că raportul cost-beneficiu este unul pozitiv, deoarece prin identificarea rapidă a afecțiunilor și prin suportul logistic pe care acest tip de tehnologii îl oferă în luarea deciziilor de management, producția de lapte a crescut, costurile aferente producerii laptelui au scăzut (costuri sanitar-veterinare, costuri cu forță de muncă), ceea ce pe termen lung impactează pozitiv profitabilitatea fermei. Accesul limitat la internet în zonele rurale rămâne însă o barieră majoră în implementarea soluțiilor digitale în mediul rural.

Deși în ultimele decenii s-au făcut

progrese semnificative în extinderea infrastructurii de telecomunicații, disparitățile între mediul urban și cel rural persistă [64,65] Aproximativ 70% din zonele rurale din România rămân fie subacoperite, fie cu acces limitat la internet de mare viteză, ceea ce împiedică fermierii să se integreze eficient în ecosistemul digital[64] Lipsa accesului stabil la internet nu doar că limitează oportunitățile de cercetare și acces la informații esențiale pentru practici agricole inovatoare, dar afectează și implementarea soluțiilor de gestionare digitală a fermelor. Aplicațiile pentru monitorizarea sănătății animalelor, gestionarea hranei și optimizarea producției de lapte sunt adesea ineficace în condiții de conexiune slabă, ceea ce conduce la pierderi economice semnificative pentru fermieri. În plus,



Bariere financiare

Investiții inițiale și costuri de întreținere



Lipsa de infrastructură

Conectivitate slabă în zonele rurale



Rezistența la schimbare

Reticența fermierilor în a adopta noi tehnologii



absența unei platforme digitale bine dezvoltate afectează negativ colaborarea între fermieri, distribuitori și experți în domeniu, esențială pentru dezvoltarea durabilă a sectorului.

Pentru a aborda aceste provocări, este imperativ ca autoritățile locale și guvernamentale să colaboreze cu operatorii de telecomunicații pentru a dezvolta programe care să încurajeze investițiile în infrastructura de internet. Proiectele de extindere a rețelei de fibră optică sau utilizarea tehnologiilor alternative, cum ar fi internetul prin satelit sau rețelele mesh, pot deveni soluții viabile pentru a asigura conectivitatea necesară. De asemenea, formarea și educația digitală pentru fermieri trebuie să fie parte integrantă a strategiilor de adoptare a digitalizării, pentru a spori capacitatea acestora de a utiliza resursele online și de a integra tehnologiile moderne în operarea zilnică a fermelor[39].

În contextul digitalizării fermelor de vaci de lapte mici și mijlocii din România, compatibilitatea echipamentelor și sistemelor de gestionare reprezintă o provocare esențială, având un impact semnificativ asupra eficienței operațiunilor agricole și a managementului resurselor. Integrarea tehnologiilor moderne, precum senzori pentru monitorizarea sănătății animalelor, sisteme automate de hrănire și aplicații software de gestionare, necesită o armonizare a echipamentelor

existente cu noile soluții digitale.

Multe ferme folosesc echipamente învechite sau software care nu permit integrarea ușoară cu soluțiile moderne de digitalizare. Aceste incompatibilități nu doar că generează costuri suplimentare de tranziție, dar pot să conducă și la pierderi economice prin incapacitatea de a urmări eficient date critice, precum producția zilnică de lapte sau sănătatea animalelor. Astfel, provocările tehnologice nu afectează numai eficiența operațională, ci și sustenabilitatea întregii industrii de lapte, generând un impact profund asupra comunităților.

De aceea, un aspect important în demersul de digitalizare este interoperabilitatea, care se referă la capacitatea diferitelor sisteme și echipamente de a comunica și a funcționa împreună. Fără o astfel de compatibilitate, fermierii se pot confrunta cu dificultăți în integrarea datelor din diverse surse, ceea ce poate duce la decizii bazate pe informații incomplete sau inexacte. De exemplu, un sistem de monitorizare a stresului termic al vacilor poate fi mai eficient dacă datele sale sunt corelate cu informațiile privind hrănirea și sănătatea animalelor, facilitând astfel ajustarea rapidă a proceselor de îngrijire.

Pe lângă interoperabilitate, alt element esențial este standardizarea echipamentelor. Utilizând standarde comune în toate componentele tehnologice,

se poate simplifica procesul de integrare a sistemelor, reducând, totodată, costurile de implementare și întreținere. Companiile furnizoare de tehnologie agricolă trebuie să colaboreze îndeaproape cu fermierii pentru a dezvolta soluții personalizate, care răspund nevoilor specifice ale acestora.

Acest lucru nu doar că îmbunătățește eficiența operațiunilor, dar și facilitează adoptarea mai rapidă a digitalizării în cadrul fermelor.

Astfel, asigurarea compatibilității echipamentelor și sistemelor de gestionare este un pas fundamental către digitalizarea cu succes a fermelor de vaci de lapte din România deoarece îmbunătățește circumstanțele economice ale fermierilor, dar contribuie, de asemenea,

la sustenabilitatea pe termen lung a agriculturii, având un impact pozitiv asupra întregului sector agricol.

Soluțiile propuse trebuie să abordeze aceste provocări prin facilitarea accesului la resurse digitale și prin promovarea unor standarde de compatibilitate care să susțină atât modernizarea echipamentelor existente, cât și integrarea noilor tehnologii. Aceste măsuri vor asigura nu doar o adaptare mai ușoară la tehnologiile emergente, ci și o dezvoltare economică sustenabilă în mediul rural, contribuind astfel la revitalizarea comunităților afectate de stagnarea economică.

Digitalizarea, în acest context, devine nu doar un instrument de eficiență, ci și un catalizator al transformării sociale,





promițând o mai bună conectare între fermieri, piețe și consumatori.

Din interviurile efectuate cu experți din domeniul agricol, furnizori de soluții digitale, reprezentanți ai guvernului, organizațiilor non-guvernamentale, și universităților a reieșit că perspectiva acestora este similară cu cea a fermierilor care au implementat astfel de tehnologii în propriile ferme, creșterea producției, automatizarea unor sarcini, creșterea profitabilității fermei, îmbunătățirea sănătății și bunăstării animalelor fiind principalele avantaje identificate în cazul utilizării acestor tehnologii. Printre dezavantajele și riscurile identificate s-au numărat: costurile ridicate ale tehnologiilor, volumul mare de date care poate fi generat și maniera în care acesta este gestionat, precum și nevoia

derulării unor programe de formare profesională adecvate pentru a îmbunătăți competențele digitale ale angajaților din acest sector.

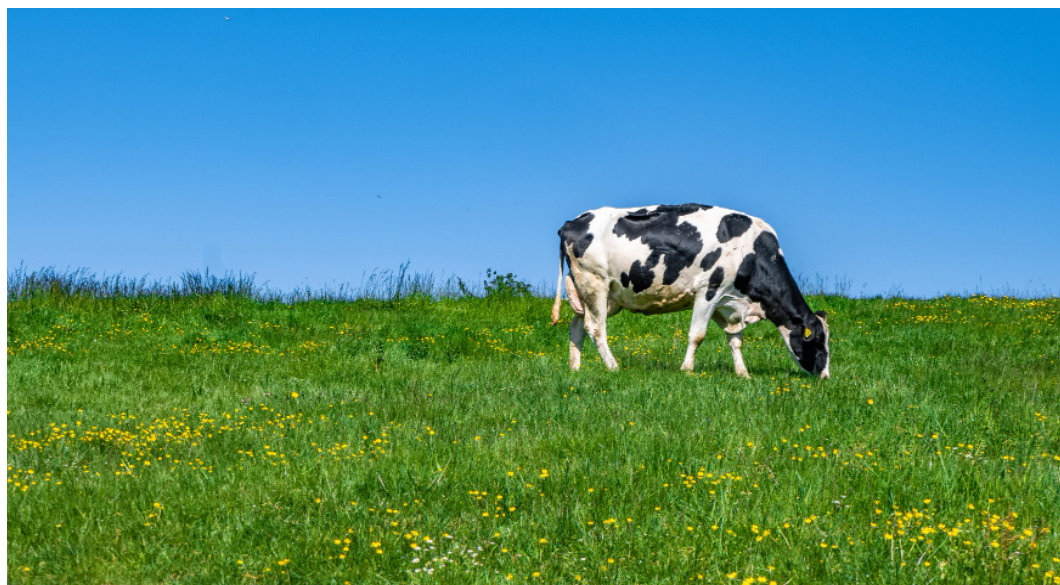
Pregătirea fermierilor pentru utilizarea tehnologiei reprezintă un element fundamental în procesul de digitalizare a fermelor de vaci de lapte mici și mijlocii din România. Se impune o abordare sistematică care să încurajeze adoptarea tehnologiilor moderne, să stimuleze inițiativa și să dezvolte competențele necesare pentru a integra eficient noile procese.

Trainingul adecvat nu doar că facilitează înțelegerea instrumentelor digitale, dar contribuie și la încurajarea unei mentalități deschise către inovație. Astfel, un aspect esențial al pregătirii fermierilor este educația continuă.

Programele de formare profesională trebuie să fie accesibile și adaptate specificului fermei, având în vedere că fiecare fermier are nevoi și condiții diferite. Implementarea atelierelor de lucru, seminarilor și cursurilor online, axate pe utilizarea echipamentelor moderne, software-urilor de management agricol și soluțiilor de monitorizare a sănătății animalelor, poate oferi fermierilor instrumentele necesare pentru a lua decizii informate. Prin exemple practice și studii de caz, fermierii pot învăța cum să opereze aceste sisteme și să își optimizeze procesele de producție. Colaborarea este, de asemenea, un aspect vital. Fermele de dimensiuni mici și mijlocii ar trebui să beneficieze de inițiative locale care promovează

schimbul de experiență și bune practici între fermieri.

Programele de mentorat, în care agricultorii mai experimentați își împărtășesc cunoștințele cu cei la început de drum, pot ajuta la diminuarea temerilor legate de tehnologiile digitale. Susținerea din partea asociațiilor agricole și organizațiilor non-guvernamentale poate contribui la dezvoltarea unor sesiuni de formare dedicate, care să acopere provocările specifice din sectorul laptelui. Astfel, alinierea la tendințele emergente de digitalizare și utilizarea tehnologiilor avansate devine o realitate tangibilă pentru fermierii români, facilitându-le nu doar adaptarea la cerințele pieței, ci și asigurarea unei producții sustenabile și competitive.



VI. Recomandări

Recomandări practice și direcții de viitor



Creșterea bovinelor este o activitate esențială pentru milioane de oameni din Europa, inclusiv în România. Produsele lactate furnizează nutrienți esențiali, având un impact pozitiv asupra sănătății populației. În plus, ele au o importanță socială și culturală deosebită, mai ales în comunitățile rurale, unde fac parte din tradițiile culinare și obiceiurile de consum. Producția de lapte joacă astfel un rol esențial în stabilitatea economică, securitatea alimentară și identitatea culturală. Transformarea digitală a devenit imperativă în diverse sectoare ale economiei, inclusiv în sectorul agricol. La nivel global, agricultura se confruntă cu provocări precum schimbările climatice, creșterea populației și evoluția cerințelor consumatorilor. Însă tendințele recente arată o creștere a adoptării tehnologiilor digitale în agricultură și zootehnie, cu beneficii semnificative în ceea ce privește optimizarea proceselor și creșterea productivității.

Transformarea digitală a devenit imperativă în diverse sectoare ale economiei, inclusiv în sectorul agricol.



Transformarea digitală a fermelor zootehnice mici și mijlocii din România nu mai este o simplă opțiune futuristă, ci o condiție aproape indispensabilă pentru competitivitate și sustenabilitate pe termen lung. Pe plan global, agricultura trece printr-o revoluție tehnologică, alimentată de necesitatea de a hrăni o populație în creștere și de a răspunde cerințelor tot mai stricte privind bunăstarea animalelor și protecția mediului. În acest context, fermele din România – în special cele de dimensiuni mai mici – au de câștigat dacă îmbrățișează noile tehnologii, integrându-le inteligent în fluxul operațional.

Adoptarea inteligenței artificiale și a soluțiilor digitale poate îmbunătăți semnificativ parametrii de producție, de la reducerea risipei și optimizarea furajării, până la monitorizarea preventivă a sănătății efectivelor. Prin monitorizarea producției zilnice de lapte, a compoziției acestuia (grăsime, proteine, celule somatice) și a comportamentului animalelor, crescătorii pot îmbunătăți atât bunăstarea animalelor, cât și randamentul economic al exploatațiilor.

Deși există provocări în adoptare, beneficiile pe care aceste tehnologii le aduc precum o sănătate mai bună a animalelor, productivitate sporită, eficiență economică și operațională crescută sunt factori motivaționali puternici pentru a trece peste obstacole și a implementa soluțiile digitale pe

scară largă. Cu alte cuvinte, deși drumul digitalizării poate părea dificil la început, răsplata constă într-o fermă mai performantă, mai sustenabilă și mai rezilientă în fața viitorului.

6.1. Model de transformare digitală integrată - Recomandări practice

Analiza efectuată asupra necesităților de digitalizare ale fermelor mici și mijlocii, precum și cea privind soluțiile existente pe piață, au stat la baza dezvoltării modelului de transformare digitală integrată menit să susțină tranziția către o zootehnie sustenabilă și eficientă. În această secțiune sunt prezentate recomandări practice pentru fermierii și specialiștii care doresc să faciliteze adoptarea tehnologiilor digitale în fermele mici și mijlocii:

Porniți de la o evaluare a nevoilor fermei: Analizați cu atenție care sunt principalele probleme sau domenii ce ar putea fi îmbunătățite prin digitalizare (de exemplu, monitorizarea sănătății animalelor, managementul hranei, evidența producției). Prioritizați implementarea tehnologiei acolo unde poate aduce beneficii imediate și tangibile. Elaborați un plan de acțiune etapizat, în care să stabiliți ce tehnologii veți adopta mai întâi și cum veți integra treptat altele noi pe parcurs.

Începeți la o scară mică și creșteți progresiv: Este recomandabil să porniți cu un proiect pilot în propria fermă – de

pildă, instalați un număr redus de senzori într-un adăpost sau utilizați temporar o aplicație de management pentru a vă familiariza cu funcționalitățile. Testarea la scară mică vă permite să înțelegeți tehnologia fără riscuri majore și să evaluați concret raportul cost-beneficiu. După ce v-ați convins de utilitate, puteți extinde treptat sistemul. Acest abordare gradată reduce stresul schimbării și necesarul imediat de capital.

Investiți în formarea personală a angajaților: Alocați timp pentru a vă îmbunătăți competențele digitale fie prin autodidactism (citind ghiduri precum acesta, documentații și manuale ale produselor), fie prin participarea la cursuri de specialitate. Încurajați și membrii familiei sau angajații implicați în fermă să se familiarizeze cu noile tehnologii. O echipă instruită face tranziția mult mai ușoară. Nu ezitați să cereți ajutorul experților sau al colegilor fermieri care au deja experiență în utilizarea acestor instrumente – o discuție sau o demonstrație practică poate clarifica rapid aspecte care altfel v-ar pune probleme.

Profitați de resursele financiare și de suport disponibile: Documentați-vă și aplicați pentru programele de finanțare destinate fermierilor.

Țineți legătura cu Direcțiile Agricole, AFIR (Agenția pentru Finanțarea Investițiilor Rurale) sau alte instituții care

gestionează fonduri pentru dezvoltare rurală, pentru a fi la curent cu apelurile de proiecte și condițiile de eligibilitate.

În paralel, colaborați cu asociațiile de profil (de exemplu, asociații ale crescătorilor de animale) care ar putea derula proiecte colective de dotare cu tehnologii moderne sau care pot oferi consultanță în pregătirea dosarelor de finanțare. Nu uitați nici de posibilitatea parteneriatelor private: furnizorii de echipamente pot oferi planuri de rate sau perioade de trial, iar cooperativele vă pot ajuta să achiziționați echipamente împreună cu alți fermieri, împărțind costurile. Adoptați o perspectivă deschisă și orientată spre viitor: Schimbarea poate fi dificilă, însă este important să abordați digitalizarea ca pe o investiție strategică în viitorul fermei dumneavoastră. Fiți deschis la noi idei și adaptări ale modului de lucru.

Mentineți-vă informat despre trendurile din zootehnie, citiți publicații de specialitate, urmăriți noutățile tehnologice și rezultatele altor ferme care inovează. O atitudine proactivă vă va ajuta să identificați din timp oportunitățile care apar. De asemenea, luați în calcul și aspectele de sustenabilitate: multe tehnologii digitale contribuie la utilizarea mai eficientă a resurselor și la reducerea impactului asupra mediului, ceea ce va deveni tot mai relevant în anii următori atât pentru conformarea la reglementări,

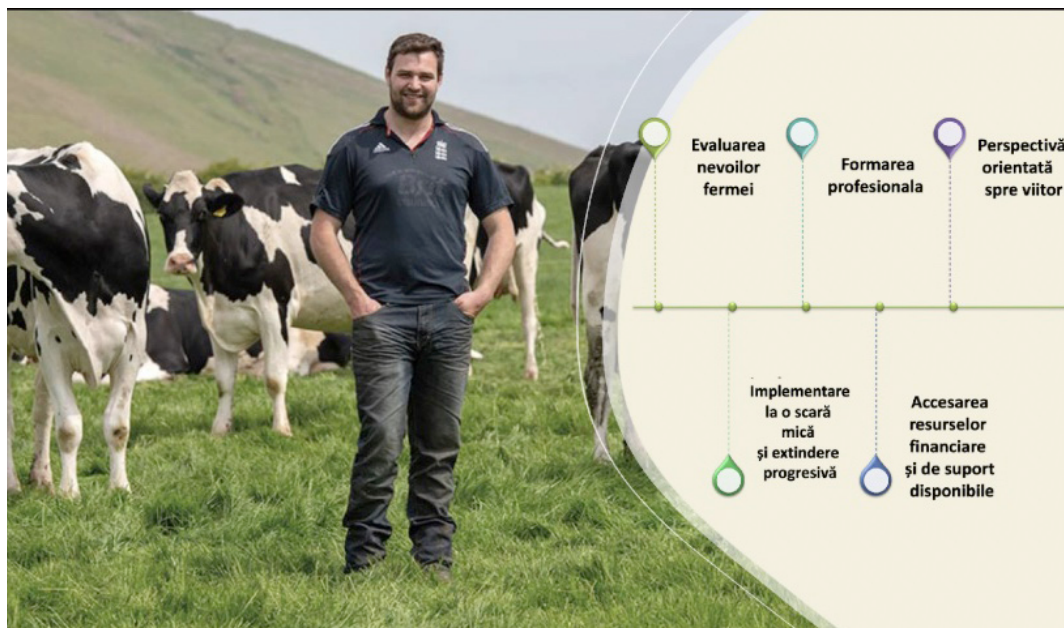
cât și pentru imaginea fermei în fața consumatorilor.

În definitiv, adoptarea și gestionarea tehnologiilor digitale în fermele zootehnice mici și mijlocii reprezintă un proces de învățare și adaptare continuă. Cu sprijinul potrivit și cu determinare, fermierii români pot îmbrățișa această transformare în avantajul lor, obținând exploatații mai eficiente, animale mai sănătoase și afaceri agricole mai robuste.

Viitorul aparține celor care reușesc să îmbine experiența tradițională cu inovația modernă, iar fermele care fac acest pas vor fi mai bine pregătite să prospere în agricultura secolului XXI.

6.2. Finanțarea transformării digitale în fermele de vaci de lapte: oportunități, eligibilitate și pașii de urmat

Modernizarea și tehnologizarea fermelor de vaci de lapte, prin adoptarea soluțiilor digitale, automatizării și monitorizării inteligente, implică investiții semnificative. Pentru fermele mici și mijlocii din România, aceste investiții pot părea dificile, dacă sunt suportate exclusiv din resurse proprii. De aceea, identificarea și accesarea surselor de finanțare adecvate devin elemente cheie pentru transformarea digitală. Finanțarea externă (nerambursabilă), creditele preferențiale și parteneriatele tehnologice pot reduce riscul financiar și accelera implementarea.



Pentru ca transformarea digitală să nu rămână doar un ideal teoretic, ci să devină realitate în cât mai multe ferme mici și mijlocii, este esențială identificarea surselor adecvate de finanțare. În această secțiune sunt prezentate cele mai relevante instrumente disponibile, alături de pașii concreți care pot fi urmați pentru accesarea lor eficientă.

a) Fonduri nerambursabile europene / naționale

- Instrumentul Agenția pentru Finanțarea Investițiilor Rurale (AFIR) –, prin submăsură din Programul Național de Dezvoltare Rurală 2014-2020 (PNDR) precum sM 4.1 „Investiții în exploatații agricole”, a finanțat ferme de vaci de lapte cu tehnologii moderne în România.
- Măsura pentru „fermele mici” – exemplificată prin linia de finanțare DR-14, care permite microexploatațiilor să acceseze subvenții pentru tehnologizare.
- Alte linii de finanțare ce includ tehnologii de precizie, eficiență energetică, energie regenerabilă, etc.

b) Subvenții directe și sprijin asociat

Deși nu toate subvențiile sunt dedicate strict tehnologiei digitale, sprijinul cuplat zootehnic pentru vaci de lapte arată că

sectorul este atent monitorizat și poate fi sprijinit pentru fermele care investesc.

c) Credite și parteneriate cu furnizorii de tehnologie

O alternativă la fondurile nerambursabile o reprezintă creditele preferențiale sau leasingul de echipamente tehnologice. Furnizorii pot oferi „pe platformă” soluții modulare, cu amortizare în timp, ceea ce reduce bariera inițială de investiție.

Accesarea unei finanțări nerambursabile sau a unui credit avantajos necesită o planificare atentă, susținută de o documentație bine fundamentată. Etapele esențiale pentru pregătirea și depunerea unui proiect de finanțare destinat digitalizării unei ferme de vaci de lapte constau în:

1. Analiza financiară și tehnică, pe baza obiectivelor SMART definite anterior.
2. Pregătirea documentației – plan de afaceri, deviz tehnic, evaluare de mediu dacă este cazul, indicatori de impact (ex. reducere costuri cu forța de muncă, creștere producție lapte).
3. Selectarea liniei de finanțare potrivite – dimensionare, eligibilitate, nivel de cofinanțare, tipurile de cheltuieli acceptate (hardware, software, consultanță, training).
4. Consultarea cu experți/consultanți –

pentru adaptarea cererii la condițiile actuale și pentru maximizarea șanselor de aprobare.

5. Implementare și raportare – proiectul trebuie implementat conform graficului, iar beneficiile trebuie dovedite prin date și indicatori (ex. economii, creșteri de productivitate, reducere consumuri).

Este important de subliniat că liniile de finanțare nu se referă doar la infrastructură clasică, ci și la digitalizare: senzorică, platforme de management, automatizare, monitorizare în timp real. Fermele care adoptă un model de „ferma digitală” +



„zootehnie de precizie” pot înscrie în cererea de finanțare cheltuieli precum: achiziția senzorilor, software-licențe, integrarea sistemelor, training personal.

Accesarea unor surse de finanțare dedicate digitalizării nu înseamnă doar achiziția de echipamente, ci declanșarea unui proces de transformare structurală. Investițiile bine direcționate pot genera beneficii tangibile, pe termen scurt și lung, contribuind la creșterea rezilienței, eficienței și competitivității fermei. Printre beneficii așteptate pentru fermele care accesează finanțare se numără:

- Reducerea costurilor directe (ex. forță de muncă, pierderi lapte) și indirecte (diagnosticarea mai rapidă, intervenții timpurii).
- Creșterea randamentului producției de lapte, prin monitorizare și intervenție inteligentă.
- Îmbunătățirea bunăstării animalelor și alinierea la standardele europene, ceea ce poate deschide piețe premium.
- Consolidarea competitivității pe piața internă și internațională prin adoptarea de tehnologii moderne.
- Acces la surse de finanțare atractive, care pot acoperi semnificativ costurile inițiale ale digitalizării.

Etapa	Obiective	Documente necesare	Observații utile
Analiza inițială	Identificarea nevoilor fermei, a punctelor vulnerabile și a oportunităților de optimizare	Fișă de analiză SWOT, raport de evaluare tehnică, fișe de observație zilnică	Poate fi realizată intern sau cu sprijinul unui consultant în agricultură digitală
Definirea obiectivelor și a bugetului	Stabilirea unor obiective SMART și estimarea costurilor de implementare	Plan de afaceri, deviz estimativ, catalog de echipamente propuse	Obiectivele trebuie să fie clare, cuantificabile și fezabile
Selectarea liniei de finanțare	Identificarea sursei de finanțare adecvate (AFIR, PNS, leasing, granturi private etc.)	Ghidul solicitantului, formular eligibilitate, fișe tehnice	Verificați termenul de depunere și prioritățile apelului
Elaborarea dosarului de finanțare	Completerea cererii și anexelor necesare	Cerere de finanțare, acte de proprietate/exploatare, bilanț contabil, CUI, extras ANSVSA	Asigurați-vă că toate documentele sunt actualizate și conforme
Depunerea și urmărirea aplicației	Înregistrarea dosarului și urmărirea etapelor de evaluare	Cod proiect, dovada depunerii, corespondență cu autoritățile	Păstrați o copie completă a aplicației și răspundeți prompt solicitărilor evaluatorilor
Implementarea proiectului	Achiziționarea și instalarea echipamentelor, instruirea personalului	Contracte, facturi, procese-verbale de recepție, rapoarte foto-video	Respectați planul aprobat și documentați fiecare etapă
7. Monitorizare și raportare	Evaluarea rezultatelor în raport cu obiectivele propuse și raportarea către finanțator	Rapoarte tehnico-financiare, indicatori de performanță, grafic de progres	Fiți pregătiți pentru audit sau controale post-implementare



Mențiuni speciale

Adresez mulțumiri deosebite domnului dr. med. vet. Vlad Mocanu, pentru generozitatea cu care a împărtășit din experiența sa practică și pentru sprijinul acordat în înțelegerea aplicabilității tehnologiilor digitale în contextul real al fermei TCE 3 Brazi.

Mulțumiri speciale domnilor dr. med. vet. Lucian Vana și dr. med. vet. Marius Vlădeanu, pentru deschiderea și disponibilitatea de a purta discuții aplicate privind diversitatea tehnologiilor de monitorizare în timp real utilizate în fermele de vaci de lapte, înțelegerea diferențelor între soluții, a principiilor de funcționare și a modului concret în care acționează senzorii în diverse contexte operaționale.

Domnului dr. med. vet. Ovidiu Birgu, pentru dialogurile consistente și inspiratoare purtate în domeniul medicinei veterinare, cu un accent deosebit pe sănătatea și bunăstarea animalelor. Prin împărtășirea experienței sale privind aplicarea protocoalelor sanitare, a programelor de vaccinare și a măsurilor de prevenție, mi-a oferit repere valoroase pentru promovarea sănătății și bunăstării animalelor în fermele de bovine.



Referințe

- [1] Borawski P, Kalinowska B, Mickiewicz B, Parzonko A, Klepacki B, James. Changes in the Milk Market in the United States on the Background of the European Union and the World. EUROPEAN RESEARCH STUDIES JOURNAL 2021;XXIV:1010–33. <https://doi.org/10.35808/ersj/2085>.
- [2] Gloy Brent A., Hyde Jeffrey, LaDue Eddy L. Dairy Farm Management and Long-Term Farm Financial Performance. Agric Resour Econ Rev 2002;31:233–47.
- [3] Mavura F, Pandhare SM, Mkoba E, Nyambo DG. Rule-Based Engine for Automatic Allocation of Smallholder Dairy Producers in Preidentified Production Clusters. The Scientific World Journal 2022;2022:1–14. <https://doi.org/10.1155/2022/6944151>.
- [4] DairyNews.today. Romania is becoming the largest net importer of dairy products in Eastern Europe. <https://DairynewsToday/News/Rhttps://DairynewsToday/News/Romania-Is-Becoming-the-Largest-Net-Importer-of-Dairy-Products-in-Eastern-EuropeHtmlt-Importer-of-Dairy-Products-in-Eastern-EuropeHtml> 2025.
- [5] Borychowski M, Stępień S, Polcyn J, Tošović-Stevanović A, Čalović D, Lalić G, et al. Socio-Economic Determinants of Small Family Farms' Resilience in Selected Central and Eastern European Countries. Sustainability 2020;12:10362. <https://doi.org/10.3390/su122410362>.

-
- [6] Steeneveld W, Vernooij JCM, Hogeveen H. Effect of sensor systems for cow management on milk production, somatic cell count, and reproduction. *J Dairy Sci* 2015;98:3896–905. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-9101>.
- [7] Tucker CB, Jensen MB, de Passillé AM, Hänninen L, Rushen J. Invited review: Lying time and the welfare of dairy cows. *J Dairy Sci* 2021;104:20–46. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-18074>.
- [8] Kurras F, Jakob M. Smart Dairy Farming—The Potential of the Automatic Monitoring of Dairy Cows' Behaviour Using a 360-Degree Camera. *Animals* 2024;14:640. <https://doi.org/10.3390/ani14040640>.
- [9] Neculai-Valeanu A-S, Sanduleanu C, Porosnicu I. From tradition to precision: leveraging digital tools to improve cattle health and welfare. *Front Vet Sci* 2025;12. <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1549512>.
- [10] Parivendan SC, Sailunaz K, Neethirajan S. Socializing AI: Integrating Social Network Analysis and Deep Learning for Precision Dairy Cow Monitoring—A Critical Review. *Animals* 2025;15:1835. <https://doi.org/10.3390/ani15131835>.
- [11] Nimbalkar V, Kumar Verma H, Singh J. Dairy Farming Innovations for Productivity Enhancement. *New Advances in the Dairy Industry*, IntechOpen; 2022. <https://doi.org/10.5772/intechopen.101373>.
- [12] NECULAI-VALEANU A-S, POROSNICU I. SMALL AND MEDIUM DAIRY FARMERS: EXPECTATIONS AND NEEDS FOR ICT ON THE FARM. *Annals of the Academy of Romanian Scientists Series on Agriculture, Silviculture and Veterinary Medicine* 2024;13:27–36. <https://doi.org/10.56082/annalsarsciagr.2024.1.27>.
- [13] Burja C, Burja V. Dimensions Of Sustainable Development In

Romania - A Data Envelopment Analysis. *Romanian Journal of Economics* 2013;37:153–63.

[14] Deselnicu DC, Alexandrescu BA. Comparative analysis of sustainable development indicators at EU and Romanian level. *Proceedings of the 8th International Conference on Advanced Materials and Systems: ICAMS 2020*:373–8.

[15] Losacco C, Pugliese G, Forte L, Tufarelli V, Maggiolino A, De Palo P. Digital Transition as a Driver for Sustainable Tailor-Made Farm Management: An Up-to-Date Overview on Precision Livestock Farming. *Agriculture* 2025;15:1383. <https://doi.org/10.3390/agriculture15131383>.

[16] Okoye K, Campos E, Das A, Chakraborty V, Ghosh M, Chakrabarti A, et al. Impact of digitalized-education upon sustainable education and practice: A systematic review and meta-analysis of literature based on pre-intra-and-post pandemic and rural education development. *Sustainable Futures* 2025;10:100851. <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2025.100851>.

[17] Liu J, Liu C, Feng S. Impact of Digital Transformation on Accelerating Enterprise Innovation—Evidence from the Data of Chinese Listed Companies. *Discrete Dyn Nat Soc* 2023;2023:1–17. <https://doi.org/10.1155/2023/2727652>.

[18] Tadele E, Worku D, Yigzaw D, Muluneh T, Melese A. Precision of dairy farming: navigating challenges and seizing opportunities for sustainable dairy production in Africa. *Frontiers in Animal Science* 2025;6. <https://doi.org/10.3389/fanim.2025.1541838>.

[19] Lane JK, Kelly T, Bird B, Chenais E, Roug A, Vidal G, et al. A One Health Approach to Reducing Livestock Disease Prevalence in Developing Countries: Advances, Challenges, and Prospects. *Annu Rev Anim Biosci* 2025;13:277–302. <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-111523-102133>.

-
- [20] Ahmed MM, Okesanya OJ, Othman ZK, Ibrahim AM, Adigun OA, Ukoaka BM, et al. Holistic Approaches to Zoonoses: Integrating Public Health, Policy, and One Health in a Dynamic Global Context. *Zoonotic Diseases* 2025;5:5. <https://doi.org/10.3390/zoonoticdis5010005>.
- [21] Bremner J, Vial F, Fooks A, Higman W, Avant J, Stentiford G. Operationalizing “One Health” for food systems. *One Earth* 2023;6:1618–22. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2023.10.010>.
- [22] A.-S. Neculai-Valeanu, Ariton AM, Porosnicu I, Sanduleanu C, Amaritii G. DAIRY 4.0: INNOVATIVE DIGITAL TECHNOLOGIES IN DAIRY CATTLE AS PATHWAY TO IMPROVED PRODUCTIVITY IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE. *Animal & Food Sciences Journal Iasi* 2024;82:190–6.
- [23] Monteiro A, Santos S, Gonçalves P. Precision Agriculture for Crop and Livestock Farming—Brief Review. *Animals* 2021;11:2345. <https://doi.org/10.3390/ani11082345>.
- [24] Zhang S, Lai C, Zhao J, Wang J. Big Data and AI-Powered Modeling: A Pathway to Sustainable Precision Animal Nutrition. *Advanced Science* 2025;12. <https://doi.org/10.1002/advs.202507564>.
- [25] Tangorra FM, Buoio E, Calcante A, Bassi A, Costa A. Internet of Things (IoT): Sensors Application in Dairy Cattle Farming. *Animals* 2024;14:3071. <https://doi.org/10.3390/ani14213071>.
- [26] Papakonstantinou GI, Voulgarakis N, Terzidou G, Fotos L, Giamouri E, Papatsiros VG. Precision Livestock Farming Technology: Applications and Challenges of Animal Welfare and Climate Change. *Agriculture* 2024;14:620. <https://doi.org/10.3390/agriculture14040620>.
- [27] Cabrera VE. Artificial intelligence applied to dairy science:

insights from the Dairy Brain Initiative. *Animal Frontiers* 2024;14:60–3. <https://doi.org/10.1093/af/vfae040>.

[28] Gontijo D, Rolins Santana D, de Assis Costa G, Cabrera VE, Noronha de Andrade Freitas E. Dairy GPT: Empowering dairy farmers to interact with numerical databases through natural language conversations. *Smart Agricultural Technology* 2025;12:101097. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.101097>.

[29] Lovarelli D, Leso L, Bonfanti M, Porto SMC, Barbari M, Guarino M. Climate change and socio-economic assessment of PLF in dairy farms: Three case studies. *Science of The Total Environment* 2023;882:163639. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163639>.

[30] Munz J, Schuele H. Influencing the Success of Precision Farming Technology Adoption—A Model-Based Investigation of Economic Success Factors in Small-Scale Agriculture. *Agriculture* 2022;12:1773. <https://doi.org/10.3390/agriculture12111773>.

[31] Krampe C, Ingenbleek PTM, Niemi JK, Serratos J. Designing precision livestock farming system innovations: A farmer perspective. *J Rural Stud* 2024;111:103397. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2024.103397>.

[32] Ammann J, Mack G, Irek J, Finger R, El Benni N. Consumers' meat commitment and the importance of animal welfare as agricultural policy goal. *Food Qual Prefer* 2023;112:105010. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2023.105010>.

[33] Gorton M, Yeh C-H, Chatzopoulou E, White J, Tocco B, Hubbard C, et al. Consumers' willingness to pay for an animal welfare food label. *Ecological Economics* 2023;209:107852. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2023.107852>.

-
- [34] Banjari I, Domiter M, Ostrognjaj T, Petrović Vidić I. Consumers' attitudes towards functional dairy market in Croatia - a cross-sectional study. *Mljekarstvo* 2020;70:242–52. <https://doi.org/10.15567/mljekarstvo.2020.0402>.
- [35] Nantel SJ. Labor savings from adopting automated milking systems n.d. <https://farms.extension.wisc.edu/articles/labor-savings-from-adopting-automated-milking-systems/> (accessed July 30, 2025).
- [36] Dharejo MN, Minoque L, Kabelitz T, Amon T, Kashongwe O, Doherr MG. Time series data analysis to predict the status of mastitis in dairy cows by applying machine learning models to automated milking systems data. *Prev Vet Med* 2025;242:106575. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2025.106575>.
- [37] Ferris MC, Christensen A, Wangen SR. Symposium review: Dairy Brain—Informing decisions on dairy farms using data analytics. *J Dairy Sci* 2020;103:3874–81. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17199>.
- [38] Taneja M, Jalodia N, Malone P, Byabazaire J, Davy A, Olariu C. Connected Cows: Utilizing Fog and Cloud Analytics toward Data-Driven Decisions for Smart Dairy Farming. *IEEE Internet of Things Magazine* 2019;2:32–7. <https://doi.org/10.1109/IOTM.0001.1900045>.
- [39] Foluso Ayanleye S. Practical Implementation of Precision Livestock Farming Concept in Cattle, Pig and Poultry Breeding. *Sustainable Animal Agriculture - Global Challenges and Practical Solutions* [Working Title], IntechOpen; 2025. <https://doi.org/10.5772/intechopen.1009189>.
- [40] VanderZaag A, Le Riche E, Burt S, Baldé H, Wright T, Gordon R. Water use dynamics with conventional and automated milking systems on a dairy farm. *J Dairy Sci* 2025;108:6025–33. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-25195>.

-
- [41] Ferguson HJ, Bowen JM, McNicol LC, Bell J, Duthie C-A, Dewhurst RJ. The impacts of precision livestock farming tools on the greenhouse gas emissions of an average Scottish dairy farm. *Front Sustain Food Syst* 2024;8. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1385672>.
- [42] Yu Z, Liu H, Peng H, Dong X. Digital transformation and farm economic performance: Evidence from Chinese dairy farms. *Smart Agricultural Technology* 2025;12:101346. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.101346>.
- [43] Liu Z. Intelligent monitoring and control of farmland based on edge-cloud collaboration and digital twin for digital energy management: investment benefit analysis. *Sustainable Energy Research* 2025;12:43. <https://doi.org/10.1186/s40807-025-00179-7>.
- [44] Liu C, Wang X, Bai Z, Wang H, Li C. Does Digital Technology Application Promote Carbon Emission Efficiency in Dairy Farms? Evidence from China. *Agriculture* 2023;13:904. <https://doi.org/10.3390/agriculture13040904>.
- [45] Browning H, Veit W. Freedom and Animal Welfare. *Animals* 2021;11:1148. <https://doi.org/10.3390/ani11041148>.
- [46] Alonso ME, González-Montaña JR, Lomillos JM. Consumers' Concerns and Perceptions of Farm Animal Welfare. *Animals* 2020;10:385. <https://doi.org/10.3390/ani10030385>.
- [47] Papakonstantinou GI, Voulgarakis N, Terzidou G, Fotos L, Giamouri E, Papatsiros VG. Precision Livestock Farming Technology: Applications and Challenges of Animal Welfare and Climate Change. *Agriculture* 2024;14:620. <https://doi.org/10.3390/agriculture14040620>.
- [48] Trapanese L, Hostens M, Salzano A, Pasquino N. Short review of

current limits and challenges of application of machine learning algorithms in the dairy sector. *Acta IMEKO* 2024;13:1–7. <https://doi.org/10.21014/actaimeko.v13i1.1725>.

[49] Neculai-Valeanu A-S, Sanduleanu C, Porosnicu I. From tradition to precision: leveraging digital tools to improve cattle health and welfare. *Front Vet Sci* 2025;12. <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1549512>.

[50] Alessa A, Shee H, De Vass T. Leveraging Milk-Traceability Technologies for Supply-Chain Performance: Evidence from Saudi Dairy Firms. *Sustainability* 2025;17:5902. <https://doi.org/10.3390/su17135902>.

[51] Witkowski K. Internet of Things, Big Data, Industry 4.0 – Innovative Solutions in Logistics and Supply Chains Management. *Procedia Eng* 2017;182:763–9. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.197>.

[52] Simitzis P, Tzanidakis C, Tzamaloukas O, Sossidou E. Contribution of Precision Livestock Farming Systems to the Improvement of Welfare Status and Productivity of Dairy Animals. *Dairy* 2021;3:12–28. <https://doi.org/10.3390/dairy3010002>.

[53] Malik M, Gahlawat VK, Mor RS, Singh MK. Unlocking dairy traceability: Current trends, applications, and future opportunities. *Future Foods* 2024;10:100426. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2024.100426>.

[54] Charlebois S, Latif N, Ilahi I, Sarker B, Music J, Vezeau J. Digital Traceability in Agri-Food Supply Chains: A Comparative Analysis of OECD Member Countries. *Foods* 2024;13:1075. <https://doi.org/10.3390/foods13071075>.

[55] Tomic D, Drenjanac D, Hoermann S, Auer W. Experiences with creating a Precision Dairy Farming Ontology (DFO) and a Knowledge Graph for the Data Integration Platform in agriOpenLink. *Journal of*

Agricultural Informatics 2015;6. <https://doi.org/10.17700/jai.2015.6.4.213>.

[56] Neethirajan S, Kemp B. Digital Livestock Farming. *Sens Biosensing Res* 2021;32:100408. <https://doi.org/10.1016/j.sbsr.2021.100408>.

[57] Stygar AH, Gómez Y, Berteselli G V., Dalla Costa E, Canali E, Niemi JK, et al. A Systematic Review on Commercially Available and Validated Sensor Technologies for Welfare Assessment of Dairy Cattle. *Front Vet Sci* 2021;8. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.634338>.

[58] Javaid M, Haleem A, Singh RP, Suman R, Gonzalez ES. Understanding the adoption of Industry 4.0 technologies in improving environmental sustainability. *Sustainable Operations and Computers* 2022;3:203–17. <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.01.008>.

[59] Alipio M, Villena ML. Intelligent wearable devices and biosensors for monitoring cattle health conditions: A review and classification. *Smart Health* 2023;27:100369. <https://doi.org/10.1016/j.smhl.2022.100369>.

[60] Zhang J, Zuo M, Zhang Q, Yan W. Research on the whole chain traceability system of dairy products based on consortium blockchain. *MATEC Web of Conferences* 2022;355:02038. <https://doi.org/10.1051/mateconf/202235502038>.

[61] Albouq SS, Sen AAA, Almashf N, Yamin M, Alshanqiti A, Bahboub NM. A Survey of Interoperability Challenges and Solutions for Dealing With Them in IoT Environment. *IEEE Access* 2022;10:36416–28. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3162219>.

[62] Abbasi R, Martinez P, Ahmad R. The digitization of agricultural industry – a systematic literature review on agriculture 4.0. *Smart Agricultural Technology* 2022;2:100042. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100042>.

[63] Sanduleanu C, Neculai-Valeanu AS, Albu A, Ratu RN, Usturoi MG, Vintila V, et al. The influence of management practices on milk quality in a dairy cattle farm. Scientific Papers Series D Animal Science n.d.;67.

[64] Buțu M, Dragomir V, Bădan (Voicila) DN. Romania's rural digital transformation and implications for agriculture. Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development 2024;24:125–30.

[65] Doloi HK. Digital Inclusion for Rural Growth: Internet Usage and Smart Villages Development. Asia Pac J Rural Dev 2025;35:40–57. <https://doi.org/10.1177/10185291251343357>





Perspective

Soluțiile propuse trebuie să abordeze aceste provocări prin facilitarea accesului la resurse digitale și prin promovarea unor standarde de compatibilitate care să susțină atât modernizarea echipamentelor existente, cât și integrarea noilor tehnologii.

Prin exemple practice și studii de caz, fermierii pot învăța cum să opereze aceste sisteme și să își optimizeze procesele de producție. Colaborarea este, de asemenea, un aspect crucial. Fermele de dimensiuni mici și mijlocii ar trebui să beneficieze de inițiative locale care promovează schimbul de experiență și bune practici între fermieri. Programele de mentorat, în care agricultorii mai experimentați își împărtășesc cunoștințele cu cei la început de drum, pot ajuta la diminuarea temerilor legate de tehnologiile digitale.

Susținerea din partea asociațiilor agricole și organizațiilor non-guvernamentale poate contribui la dezvoltarea unor sesiuni de formare dedicate, care să acopere provocările specifice din sectorul laptelui.

Astfel, alinierea la tendințele emergente de digitalizare și utilizarea tehnologiilor avansate devine o realitate tangibilă pentru fermierii români, facilitându-le nu doar adaptarea la cerințele pieței, ci și asigurarea unei producții sustenabile și competitive.



ISBN 978-606-37-2871-6