

<https://doi.org/10.52326/mled2025.25>

TRANSFORMAREA DIGITALĂ A LOGISTICII DE DISTRIBUȚIE ÎN SECTORUL AGRICOL: ÎNTRE NECESITATE ȘI OPORTUNITATE

Sergiu MÎRZA, doctor în economie

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4180-733X>

Universitatea Tehnică a Moldovei, bl. Stefan cel Mare 168, Chisinau, Republica Moldova

sergiu.mirza@tem.utm.md

Abstract. Sectorul agricol din Republica Moldova trebuie să facă trecerea la modele digitale de producție și distribuție, având în vedere schimbările tehnologice globale și așteptările tot mai mari privind sustenabilitatea, trasabilitatea și eficiența alimentelor. Acest articol discută modul în care logistica inteligentă și Agricultură 4.0 sunt interdependente, subliniind avantajele utilizării tehnologiilor digitale în distribuția produselor agricole. Sunt analizate ideile teoretice, particularitățile logisticii agricole, strategiile de distribuție tradiționale și contemporane și cadrul util al transformării digitale. Punctele forte, punctele slabe, oportunitățile și riscurile acestei tranziții sunt determinate folosind o analiză SWOT modificată pentru contextul național. Cercetările și recomandările elaborate oferă direcții strategice clare pentru accelerarea digitalizării în agricultură, subliniind necesitatea finanțării infrastructurii, educației și colaborării intersectoriale. Studiul evidențiază modul în care logistica inteligentă, o extensie operațională a agriculturii digitale, se transformă într-o componentă crucială a sustenabilității și competitivității lanțurilor agroalimentare contemporane.

Cuvinte-cheie: logistică inteligentă, digitalizare, lanț valoric agricol, Agricultură 4.0, distribuție agroalimentară, trasabilitate, cooperare agricolă

Abstract. The agricultural sector in the Republic of Moldova must make the shift to digital production and distribution models in light of global technology changes and growing expectations for food sustainability, traceability, and efficiency. This article discusses how smart logistics and Agriculture 4.0 are interdependent, emphasizing the advantages of using digital technologies in agricultural product distribution. Analyzed are the theoretical ideas, the particulars of agricultural logistics, traditional and contemporary distribution strategies, and the useful framework of digital transformation. The strengths, weaknesses, opportunities, and risks of this transition are determined using a SWOT analysis that has been modified for the national context. Clear strategic directions for speeding up digitization in agriculture are provided by the research and recommendations developed, emphasizing the necessity of funding infrastructure, education, and cross-sector collaboration. The study highlights how smart logistics, an operational extension of digital agriculture, is turning into a crucial component of contemporary agri-food chains' sustainability and competitiveness.

Keywords: smart logistics, digitalization, agricultural value chain, Agriculture 4.0, agri-food distribution, traceability, agricultural cooperation

Introducere

Contextul general al agriculturii în era digitalizării reflectă o tranziție profundă a sectorului agricol de la metodele tradiționale de producție și distribuție către un sistem inteligent, conectat și bazat pe date. Această transformare este determinată de presiuni externe (economice, sociale, ecologice) și de oportunitățile oferite de noile tehnologii.

Schimbările globale care influențează agricultura ar fi creșterea populației mondiale și nevoia de a asigura securitatea alimentară pentru tot mai mulți oameni, schimbările climatice care afectează predictibilitatea producției agricole, necesitând adaptare rapidă și flexibilitate în lanțul agroalimentar, dar și faptul că consumatorul modern devine tot mai informat și exigent, solicitând produse sigure, trasabile, sustenabile și provenite din surse etice. În acest context digitalizarea devine motor al agriculturii modern. Digitalizarea este văzută nu doar ca un instrument opțional,

ci ca o necesitate pentru supraviețuirea și competitivitatea sectorului agricol. Astfel, se trece de la agricultura extensivă la agricultura de precizie, bazată pe date în timp real, senzori, automatizări și inteligență artificială.

Tehnologiile digitale cu impact major pentru agricultură ar fi:

- Senzori IoT pentru monitorizarea solului, umidității, temperaturii și sănătății plantelor;
- Sisteme GIS și GPS pentru cartografierea terenurilor și gestionarea eficientă a recoltelor;
- Drone și roboți agricoli pentru supraveghere, irigare și aplicare de tratamente;
- Software ERP și platforme cloud pentru managementul fermei și logisticii;
- Blockchain pentru trasabilitatea produselor agricole de la fermă la raft.

Agricultura rămâne, în multe țări, un sector conservator și subdigitalizat. Fermierii mici întâmpină dificultăți legate de accesul la finanțare, educație digitală și infrastructură (internet, rețele), iar necesitatea unor politici publice și parteneriate strategice pentru accelerarea transformării digitale. Astfel, agricultura intră într-o nouă eră este cea a fermei conectate și a lanțului valoric digitalizat. Această transformare nu este doar un progres tehnologic, ci un răspuns strategic la provocările economice, ecologice și sociale ale secolului XXI.

Logistica de distribuție ocupă un loc central în cadrul lanțului valoric agricol, fiind veriga esențială care face legătura între producători și consumatori. Într-un sector caracterizat prin sezonabilitate, perisabilitate ridicată și dispersie geografică, eficiența proceselor logistice influențează direct calitatea, costul și disponibilitatea produselor agroalimentare pe piață.

Prin organizarea eficientă a transportului, depozitării, ambalării și livrării, logistica de distribuție contribuie la minimizarea pierderilor post-recoltă, care pot atinge cote alarmante în lipsa unor soluții adecvate. În special în cazul produselor perisabile precum fructele, legumele, laptele sau carnea, gestionarea defectuoasă a distribuției poate duce nu doar la pierderi economice, ci și la dezechilibre în aprovizionarea pieței și la scăderea încrederii consumatorilor.

Un alt aspect esențial îl reprezintă creșterea valorii adăugate a produselor agricole. Prin sortare, condiționare, ambalare și transport în condiții controlate, produsele capătă o formă comercială superioară, fiind mai atractive pentru piețele competitive. Astfel, logistica devine un factor decisiv în accesarea piețelor regionale, naționale și internaționale, facilitând integrarea producătorilor, inclusiv a celor mici și mijlocii, în lanțuri valorice extinse.

Totodată, logistica de distribuție oferă flexibilitate și adaptabilitate în raport cu cererea de pe piață. Prin utilizarea unor sisteme de distribuție moderne, fermierii pot reacționa rapid la variațiile sezoniere și la preferințele consumatorilor, asigurând livrarea promptă și în condiții optime a produselor. Această capacitate de reacție este vitală în contextul unei economii globale dinamice și digitalizate.

Costurile logistice influențează în mod direct prețul final al produselor agricole. În unele cazuri, acestea pot reprezenta un procent semnificativ din costul total, în special în zonele cu infrastructură deficitară. Prin optimizarea logisticii — fie prin digitalizare, fie prin externalizarea serviciilor către operatori specializați — se poate reduce presiunea financiară asupra fermierilor și se pot oferi produse mai accesibile consumatorilor.

Nu în ultimul rând, o logistică agricolă modernă contribuie la dezvoltarea durabilă a sectorului, prin reducerea emisiilor de carbon, utilizarea rațională a resurselor și sprijinirea agriculturii ecologice. Prin facilitarea trasabilității și integrarea tehnologiilor verzi, logistica devine un sprijin activ pentru tranziția către o economie agricolă sustenabilă.

În contextul transformărilor profunde care marchează economia globală, sectorul agricol se confruntă cu provocări multiple, printre care se numără creșterea cererii alimentare, accentuarea fenomenelor climatice extreme, urbanizarea accelerată și necesitatea respectării standardelor de sustenabilitate. În același timp, revoluția digitală a început să schimbe radical modul în care sunt produse, procesate și distribuite alimentele, oferind noi oportunități de eficientizare, monitorizare și integrare a proceselor agroalimentare.

Logistica de distribuție reprezintă una dintre cele mai vulnerabile și totodată critice verigi ale lanțului valoric agricol, fiind responsabilă de livrarea în timp util, în condiții sigure și la costuri optime a produselor agricole de la fermă către consumatorul final. În absența unor soluții logistice

performante, o mare parte din producția agricolă, mai ales cea perisabilă, se pierde sau își diminuează considerabil valoarea comercială. Acest fenomen este deosebit de pronunțat în economiile emergente, inclusiv în Republica Moldova, unde infrastructura rurală este deficitară, iar digitalizarea logisticii este încă la un nivel incipient.

În acest context, transformarea digitală a logisticii de distribuție nu mai poate fi privită ca o opțiune pe termen lung, ci devine o necesitate imediată pentru a asigura competitivitatea și reziliența sectorului agricol. Soluțiile digitale – de la sisteme de management al transportului (TMS) și depozitării (WMS), la utilizarea senzorilor IoT, a GPS-ului și a platformelor digitale de coordonare – permit reducerea pierderilor, optimizarea rutelor, îmbunătățirea trasabilității și facilitarea accesului la piațe.

Relevanța acestui subiect este cu atât mai mare cu cât agricultura se află într-o perioadă de tranziție către practici durabile, în care cerințele consumatorilor privind calitatea și siguranța alimentară sunt tot mai ridicate. Integrarea soluțiilor digitale în logistica de distribuție oferă un răspuns atât nevoii de eficiență economică, cât și imperativelor de protejare a mediului și de reducere a risipei alimentare.

Prin urmare, cercetarea transformării digitale a logisticii de distribuție în agricultură este necesară nu doar pentru aprofundarea cunoștințelor teoretice, ci și pentru formularea unor direcții strategice aplicabile în politicile publice, în activitatea întreprinderilor agricole și în inițiativele de dezvoltare rurală durabilă.

Conținutul de bază

Logistica este definită ca un ansamblu de activități care vizează planificarea, implementarea și controlul fluxurilor de materiale, produse, informații și servicii, de la punctul de origine până la punctul de consum, într-un mod eficient și rentabil. Potrivit Consiliului pentru Managementul Logisticii (Council of Supply Chain Management Professionals – CSCMP), logistica este: „procesul de planificare, implementare și control eficient și rentabil al fluxului și stocării bunurilor, serviciilor și informațiilor aferente, de la punctul de origine până la punctul de consum, în scopul satisfacerii cerințelor clientului”.

În sectorul agricol, logistica capătă o dimensiune specifică, având în vedere sezonalitatea producției, perisabilitatea produselor și caracterul dispersat al surselor de aprovizionare. Aici, logistica nu vizează doar transportul, ci și condiționarea, ambalarea, depozitarea temporară și sincronizarea livrărilor cu cererea pieței.

Logistica de distribuție, ca subdomeniu al logisticii generale, se concentrează pe activitățile care asigură livrarea produselor finite către clienți. În definiția oferită de Ballou, „logistica de distribuție se referă la mișcarea fizică a bunurilor de la finalul procesului de producție până la utilizatorii finali, incluzând activități precum gestionarea comenzilor, transportul, depozitarea și manipularea” [1].

Aplicată în agricultură, logistica de distribuție presupune organizarea fluxului de produse agroalimentare de la fermieri sau unități de procesare către piețe, rețele de retail, restaurante sau consumatori individuali. Ea este esențială în prevenirea pierderilor post-recoltă și în menținerea calității produselor în condiții de eficiență economică și trasabilitate.

Lanțul de aprovizionare agricol (agricultural supply chain) reprezintă totalitatea actorilor, proceselor și resurselor implicate în producerea, procesarea, stocarea, transportul și distribuția produselor agricole de la fermă la consumator. Potrivit lui Chopra și Meindl, „lanțul de aprovizionare este un sistem format din organizații, oameni, activități, informații și resurse implicate în mișcarea unui produs sau serviciu de la furnizor către client” [2].

În agricultură, lanțul de aprovizionare include inputuri (semințe, fertilizanți), procese de cultivare și recoltare, procesare primară, transport, depozitare, ambalare, distribuție și vânzare. Diferența majoră față de alte industrii constă în naturalitatea și fragilitatea produselor, în dependența de condițiile climatice și în volatilitatea cererii.

Logistica în sectorul agricol prezintă o serie de particularități structurale și operaționale care o diferențiază semnificativ de logistica din industrie sau comerț. Aceste specificități derivă

din natura biologică a produselor agricole, din condiționările mediului natural, precum și din organizarea fragmentată a producției agricole, mai ales în economiile în tranziție.

1. Perisabilitatea produselor agricole. Perisabilitatea este una dintre cele mai mari provocări logistice în agricultură. Fructele, legumele, lactatele, carnea și alte produse agroalimentare au o durată de viață redusă, necesitând manipulare rapidă și condiții speciale de transport și depozitare, cum ar fi temperatură controlată, umiditate constantă sau ambalare specializată. Lipsa infrastructurii frigorifice și a transportului adaptat duce frecvent la pierderi post-recoltă semnificative, estimările internaționale indicând că acestea pot ajunge la 20–40% din totalul producției în unele regiuni. Astfel, logistica trebuie să fie reactivă, precis coordonată și bine planificată, pentru a minimiza degradarea calității produselor. „Logistica agricolă trebuie să asigure un echilibru între viteză, siguranță alimentară și trasabilitate în condiții de temperatură controlată” [3].

2. Sezonalitatea producției. Spre deosebire de industrie, unde producția poate fi planificată constant pe tot parcursul anului, agricultura este puternic influențată de ciclurile naturale sezoniere. Aceasta înseamnă că volumele mari de producție se concentrează în perioade scurte (ex. recoltarea de vară-toamnă), generând vârfuri logistice de intensitate ridicată. Logistica agricolă trebuie să fie flexibilă, capabilă să gestioneze rapid fluxuri fluctuante de produse, cu riscuri ridicate în cazul întârzierilor. În plus, lipsa sincronizării între momentul recoltării și capacitatea de prelucrare sau distribuție poate conduce la congestionări, pierderi de stoc și dezechilibre de preț pe piață. „Sezonalitatea agricolă generează o cerere logistică discontinuă, care solicită capacități flexibile și o planificare integrată în timp real” [2].

3. Fragmentarea geografică a producției. În multe regiuni, inclusiv în Republica Moldova, agricultura este realizată în ferme mici și dispersate, fără integrare logistică centralizată. Această fragmentare geografică complică procesele de colectare, sortare, transport și consolidare a produselor. În lipsa cooperării între producători sau a centrelor logistice zonale, costurile de distribuție sunt ridicate, iar accesul la piețe competitive este limitat. Soluțiile moderne precum agrologistica integrată sau platformele digitale de colectare devin tot mai importante pentru depășirea acestui obstacol structural. „Pentru agriculturile fragmentate, logistica devine un mijloc esențial de integrare în lanțuri valorice și de accesare a cererii urbane și internaționale” [4].

Perisabilitatea, sezonalitatea și fragmentarea geografică sunt elemente definitorii ale specificului logisticii agricole. Ele impun soluții flexibile, rapide și adaptate la realitățile locale, dar totodată solicită integrarea digitală, cooperarea regională și investiții în infrastructură, pentru a transforma aceste provocări în oportunități competitive durabile.

Distribuția produselor agricole a cunoscut o evoluție semnificativă în ultimele decenii, pe măsura transformării economiei rurale, a globalizării piețelor și a progresului tehnologic. Modelele de distribuție pot fi clasificate, în linii mari, în modele clasice, bazate pe intermediere tradițională și logistică rudimentară, respectiv modele moderne, axate pe integrare, digitalizare și orientare către piața consumatorului final [5].

Modelele clasice, încă predominante în multe economii agrariene emergente, sunt caracterizate prin:

- lanțuri lungi de intermediere – produsele circulă prin mai mulți intermediari – colectori locali, en-grosiști, transportatori, piețe angro – până ajung la consumator;
- lipsa trasabilității – produsele sunt greu de urmărit de la fermă la raft, ceea ce afectează încrederea consumatorului și conformitatea cu standardele moderne de calitate;
- absența infrastructurii specializate – depozitarea, refrigerarea, sortarea și ambalarea sunt adesea inadecvate, contribuind la pierderi semnificative post-recoltă;
- negociere informală a prețurilor – prețul este adesea stabilit în mod arbitrar de intermediari, în defavoarea producătorului.

De exemplu, în multe regiuni rurale din Republica Moldova, fermierii vând producția în vrac către intermediari locali, fără contracte formale și fără control asupra condițiilor de transport sau preț.

Modelele moderne se bazează pe integrare logistică, digitalizare și orientare către cerințele pieței. Ele includ următoarele trăsături:

- distribuție scurtă sau direct prin cooperative, asociații de producători sau platforme online, fermierii își pot vinde direct produsele către retailerii, restaurante sau consumatori finali;
- utilizarea tehnologiei – platforme digitale (marketplace-uri agroalimentare), aplicații mobile, sisteme ERP/TMS contribuie la transparență și eficiență,
- trasabilitate și conformitate – etichetarea codificată, certificările de calitate și standardele fitosanitare asigură accesul pe piețele internaționale;
- integrarea logistică – depozite frigorifice regionale, transport coordonat, ambalare profesionistă – toate optimizează distribuția.

Astfel întreprinderile agricole din Moldova care folosesc platforme digitale pentru gestionarea comenzilor, transporturilor și stocurilor, reducând numărul de intermediari și crescând veniturile producătorilor.

Pentru o comparație mai ilustrată a celor două modele vom elabora tabelul 1.

Tabelul 1. Comparație între modele clasice și moderne de distribuție

Caracteristică	Modele clasice	Modele moderne
Număr de intermediari	Mulți	Puțini sau deloc
Trasabilitate	Limitată sau inexistentă	Ridicată (tehnologii digitale)
Infrastructură logistică	Precară, adesea informală	Profesionistă, standardizată
Preț primit de fermier	Scăzut	Mai echitabil
Flexibilitate în distribuție	Redusă	Mare, orientare spre cerințele pieței
Canal de vânzare	Tradițional (piețe angro, târguri)	Digital (e-commerce, retail modern)

Sursa: elaborat de autor

Modelele moderne de distribuție agricolă nu elimină complet necesitatea intermediarilor, dar transformă rolul acestora într-unul transparent și integrat, axat pe valoare adăugată și pe satisfacerea cerințelor consumatorului final. În timp ce modelele clasice rămân încă funcționale în anumite contexte locale, tranziția către modele moderne este crucială pentru reducerea pierderilor, creșterea veniturilor fermierilor și integrarea în lanțuri valorice sustenabile.

Digitalizarea logisticii de distribuție presupune implementarea Agricultură 4.0 care reprezintă aplicarea tehnologiilor digitale avansate în agricultură, în scopul creșterii eficienței, productivității și sustenabilității proceselor agricole. Acest concept este echivalentul agriculturii digitale, conectate și automatizate, inspirată de modelul Industriei 4.0. Tehnologiile-cheie folosite în Agricultură 4.0 includ:

- Internet of Things (IoT) – senzori pentru sol, climă, umiditate, monitorizare animale
- Big Data – colectarea și analiza datelor pentru luarea deciziilor în timp real
- Inteligență artificială – predicții și automatizare
- Dronă și robotică – pentru plantare, pulverizare, monitorizare vizuală
- Blockchain – trasabilitate și securitatea datelor
- Sisteme ERP și cloud – gestionarea fermelor, stocurilor, comenzilor

O noțiune legată de Agricultură 4.0 este „Logistica inteligentă” care este extensia firească în lanțul agroalimentar. Logistica inteligentă (Smart Logistics) aplică aceleași tehnologii digitale pentru gestionarea eficientă a fluxurilor de produse, informații și resurse în sectorul agricol. Este o componentă esențială a Agriculturii 4.0 și contribuie la optimizarea rutelor de transport, reducerea pierderilor post-recoltă, sincronizarea producției cu cererea pieței, trasabilitatea produselor de la fermă la consumator.

În continuare vom analiza diferențele dintre agricultura tradițională și Agricultură 4.0 care sunt prezentate în tabelul 2.

Tabelul 2. Compararea agriculturii tradiționale cu Agricultura 4.0

Caracteristici	Agricultura tradițională	Agricultura 4.0
Tipul de decizie	Bazată pe experiență	Bazată pe date (data-driven)
Tehnologii utilizate	Mecanice, rudimentare	Digitale (IoT, AI, Big Data)
Monitorizarea proceselor	Manuală	Automatizată, în timp real
Trasabilitatea produselor	Limitată	Completă, prin blockchain și senzori
Organizarea logisticii	Reactivă, nesincronizată	Proactivă, cu sisteme inteligente
Interacțiunea cu piața	Indirectă, prin intermediari	Directă, prin platforme digitale
Impact ecologic	Ridicat	Minimizat prin optimizare digitală

Sursa: elaborat de autor

Agricultura 4.0 și logistica inteligentă reprezintă două dimensiuni complementare ale transformării digitale a lanțului agroalimentar. Dacă Agricultura 4.0 se concentrează pe modernizarea proceselor de producție agricolă prin tehnologie și automatizare, logistica inteligentă asigură distribuția eficientă, trasabilă și adaptabilă a produselor agricole, integrând datele și fluxurile operaționale într-un sistem unitar.

Procesul de interconectare între aceste două componente se bazează pe utilizarea unor tehnologii digitale comune — cum ar fi Internetul lucrurilor (IoT), inteligența artificială, analiza de tip Big Data, platformele cloud și blockchain — care permit schimbul continuu de informații între fermă, unitățile de procesare, centrele de colectare și piața de desfacere.

Totul începe cu colectarea de date din câmp, livezi sau unități zootehnice, prin senzori IoT integrați în sol, în sistemele de irigare sau pe utilaje agricole. Acești senzori înregistrează în timp real parametri esențiali precum umiditatea solului, temperatura, nivelul nutrienților sau maturitatea culturilor. Datele sunt procesate cu ajutorul unor algoritmi inteligenți care generează predicții precise privind momentul optim al recoltării, cantitățile estimate, necesarul de depozitare sau urgența intervențiilor agrotehnice.

Informațiile astfel obținute sunt transmise automat către sistemele logistice interconectate — fie prin platforme ERP, fie prin aplicații mobile destinate cooperativelor și distribuitorilor. În acest moment, logistica inteligentă intră în acțiune: rutele de transport sunt optimizate algoritmic, sunt alocate vehicule cu temperatură controlată, iar capacitățile de stocare sunt gestionate dinamic în funcție de previziunile de recoltare.

De asemenea, produsele sunt etichetate digital (prin coduri QR sau RFID), permițând trasabilitatea completă pe întreg lanțul — de la origine până la consumatorul final. Aceste date sunt utile nu doar pentru autorități și comercianți, ci și pentru consumatori, care pot verifica în mod transparent proveniența produselor, condițiile de producție și certificările ecologice.

Astfel, Agricultura 4.0 furnizează baza informațională și predicțiile necesare pentru ca logistica să devină predictivă, nu reactivă, iar logistica inteligentă transformă aceste informații în acțiuni concrete: livrări la timp, reducerea pierderilor, eficiență energetică și adaptare la cerințele pieței.

Această interconectare nu este doar tehnologică, ci și organizațională: presupune colaborare între fermieri, logisticieni, procesatori, retaileri și autorități, prin sisteme partajate de date și decizii colective bazate pe informații în timp real.

În această ordine de idei, interconectarea dintre Agricultura 4.0 și logistica inteligentă este fundamentul noii paradigme agroalimentare digitale. Ea permite coordonarea perfectă între producție și distribuție, oferind o agricultură mai eficientă, mai sustenabilă și mai orientată spre nevoile reale ale pieței și consumatorului. În acest cadru, fiecare decizie devine date-driven, iar întregul lanț valoric agricol se transformă într-un ecosistem inteligent, integrat și adaptabil.

Efectuarea transformărilor digitale a logisticii de distribuție în sectorul agricol presupune anumite oportunități, dar și amenințări, de aceea vom efectua o analiză SWOT a acestor transformări care sunt prezentate în figura 1.

Puncte tari	Puncte slabe
✓ Suprafață agricolă vastă și soluri fertile	✗ Infrastructură logistică rurală slab dezvoltată (drumuri, depozite)
✓ Forță de muncă cu tradiție în agricultură	✗ Grad redus de digitalizare în rândul fermierilor
✓ Creșterea interesului pentru agricultură ecologică și de precizie	✗ Lipsa competențelor tehnice în utilizarea tehnologiilor moderne
✓ Proiecte-pilot și inițiative de cooperare agricolă	✗ Fragmentarea exploatațiilor agricole și acces limitat la finanțare
Oportunități	Amenințări
🌱 Acces la fonduri europene (ex. ENPARD, IPARD, Horizon Europe)	⚠ Rezistență la schimbare în rândul fermierilor tradiționali
🌱 Apariția start-up-urilor AgTech în regiune	⚠ Concurență externă și standarde stricte de export
🌱 Cerere în creștere pentru produse trasabile și ecologice	⚠ Dependență de condițiile climatice și riscurile de recoltă
🌱 Posibilitatea integrării fermierilor în lanțuri valorice moderne	⚠ Risc de excludere a fermierilor mici fără suport tehnologic

Figura 1. Analiză SWOT pentru Agricultură 4.0 și logistica inteligentă în Republica Moldova

Sursa: elaborat de autor

Analiza SWOT a implementării Agriculturii 4.0 și a logisticii inteligente în Republica Moldova relevă un peisaj agricol cu potențial semnificativ, dar și cu provocări structurale profunde. Printre punctele tari se numără resursele naturale favorabile, tradiția agricolă solidă și tendințele emergente spre asocieri și agricultură ecologică. Totuși, aceste avantaje sunt contrabalansate de slaba dezvoltare a infrastructurii logistice, de nivelul redus de digitalizare și de fragmentarea excesivă a terenurilor agricole.

Oportunitățile legate de accesul la fonduri internaționale, apariția start-up-urilor AgTech și cererea crescândă pentru produse sustenabile pot constitui factori catalizatori ai transformării digitale. În același timp, riscurile asociate cu rezistența la schimbare, lipsa de educație tehnologică și concurența externă impun măsuri strategice bine coordonate.

Prin urmare, pentru ca Republica Moldova să valorifice pe deplin beneficiile digitalizării în agricultură și logistică, este nevoie de intervenții concertate la nivel de politici publice, infrastructură, educație și parteneriate. Doar prin mobilizarea tuturor actorilor implicați – fermieri, instituții, mediul academic și sectorul privat – se poate construi un ecosistem agro-digital funcțional, competitiv și durabil, capabil să răspundă cerințelor unei economii moderne și conectate la piața globală.

Accelerarea procesului de digitalizare în sectorul agricol și, în mod special, în logistica de distribuție presupune o abordare integrată și multidimensională. Având în vedere provocările actuale ale agriculturii — fragmentarea producției, pierderile post-recoltă, infrastructura logistică deficitară și lipsa trasabilității — este necesară elaborarea și implementarea unor direcții strategice clare, care să stimuleze inovarea, să reducă barierele de adoptare tehnologică și să asigure o tranziție echitabilă către Agricultură 4.0.

1. Dezvoltarea infrastructurii digitale și logistice rurale. Una dintre cele mai stringente necesități este extinderea rețelilor de internet de mare viteză în mediul rural, condiție esențială pentru funcționarea sistemelor digitale. În paralel, este vitală modernizarea infrastructurii logistice: drumuri agricole, centre de colectare, depozite frigorifice și puncte de ambalare trebuie să fie dotate cu tehnologii inteligente și integrate în rețele digitale regionale.

2. Educația și formarea profesională a fermierilor și logisticienilor. Succesul digitalizării depinde în mare măsură de competențele digitale ale resursei umane. Este necesară includerea în programele de instruire profesională a modulelor dedicate agriculturii de precizie, utilizării senzorilor, platformelor ERP, aplicațiilor mobile și analizelor de date. Centrele regionale de formare și consiliere agricolă trebuie să fie transformate în hub-uri digitale, care să ofere suport continuu pentru fermieri și operatori logistici.

3. Sprijinirea cooperativelor agricole și a modelelor de asociere. Digitalizarea este mult mai accesibilă atunci când fermierii sunt organizați în cooperative, ceea ce permite reducerea costurilor de implementare, utilizarea în comun a infrastructurii și negocierea colectivă a prețurilor. Sprijinul pentru constituirea, dezvoltarea și digitalizarea acestor forme de asociere trebuie să devină o prioritate în politicile agricole naționale.

4. Stimulente financiare și scheme de co-finanțare. Este necesară implementarea de măsuri financiare dedicate digitalizării agriculturii – granturi nerambursabile, credite preferențiale, subvenții pentru echipamente inteligente, software ERP, drone, senzori IoT etc. Fondurile europene (precum ENPARD, IPARD sau Horizon Europe), dar și fonduri de stat, pot fi orientate spre sprijinirea inițiativelor de tip „smart farming” și „smart logistics”.

5. Crearea de platforme digitale naționale pentru agricultură. Pentru a asigura coordonarea între actori și centralizarea datelor, este necesară dezvoltarea unor platforme naționale digitale care să integreze informații despre producție, prețuri, cerere, stocuri, condiții meteo și transport. Aceste platforme pot deveni instrumente esențiale pentru luarea deciziilor strategice la nivel de fermă, regiune sau țară.

6. Promovarea parteneriatelor public-private și a inovației deschise. Accelerarea digitalizării poate fi realizată eficient prin colaborări între sectorul public, universități, institute de cercetare și companii din domeniul tehnologiilor agricole (AgTech). Astfel de parteneriate pot genera proiecte pilot, testări în teren, laboratoare vii (living labs) și soluții tehnologice adaptate specificului agricol local.

7. Asigurarea unui cadru legal favorabil și a standardelor deschise. Reglementările privind datele agricole, confidențialitatea, interoperabilitatea și securitatea cibernetică trebuie adaptate pentru a încuraja inovația, dar și pentru a proteja interesele producătorilor. Este necesar un cadru normativ clar care să sprijine utilizarea blockchain-ului, etichetarea digitală, contractele inteligente și certificarea digitală a produselor.

Digitalizarea agriculturii și logisticii nu poate fi tratată ca un proces exclusiv tehnologic, ci ca o schimbare de paradigmă, care implică oameni, infrastructuri, instituții și politici. Direcțiile strategice prezentate aici oferă un cadru coerent pentru construirea unei agriculturi moderne, sustenabile și conectate la piața globală, în care logistica inteligentă joacă un rol esențial în valorificarea producției și reducerea ineficiențelor.

Concluzii

Transformarea digitală a logisticii de distribuție în sectorul agricol constituie un proces esențial pentru asigurarea competitivității, trasabilității și sustenabilității lanțurilor agroalimentare în Republica Moldova. Analiza efectuată relevă faptul că Agricultură 4.0, susținută de tehnologii precum IoT, inteligență artificială, sisteme ERP și blockchain, oferă soluții reale la disfuncționalitățile distribuției tradiționale: pierderi post-recoltă, lipsa trasabilității, costuri logistice ridicate și acces limitat la piață pentru micii producători.

Logistica inteligentă, ca extensie naturală a agriculturii digitale, joacă un rol central în sincronizarea producției cu cererea, în reducerea emisiilor și în îmbunătățirea eficienței operaționale. Interconectarea dintre sistemele de producție digitalizate și infrastructura logistică modernă permite nu doar optimizarea fluxurilor fizice, ci și crearea unui ecosistem informațional în timp real, orientat spre decizii proactive și trasabilitate completă.

Analiza SWOT indică un potențial agricol important, dar insuficient valorificat din cauza barierelor structurale: fragmentarea exploatațiilor, nivelul scăzut de digitalizare, lipsa formării specializate și infrastructura logistică învechită. În ciuda acestor limitări, oportunitățile existente

— cum ar fi accesul la fonduri europene, cererea internațională pentru produse ecologice și apariția inițiativelor cooperatiste — pot deveni vectori ai schimbării dacă sunt susținute strategic.

Pentru sprijinirea procesul de modernizare a agriculturii moldovenești, dar și pentru asigurarea unei baze strategice pentru consolidarea unui lanț agroalimentar digitalizat, eficient și durabil am propune următoarele:

1. Dezvoltarea infrastructurii logistice și digitale în mediul rural. Este esențială modernizarea infrastructurii logistice din zonele agricole — drumuri, centre de colectare, depozite frigorifice și ambalare — precum și extinderea accesului la internet de mare viteză. Fără o infrastructură fizică și digitală adecvată, implementarea oricăror soluții de tip „smart agriculture” rămâne limitată. Investițiile publice și parteneriatele locale pot contribui la crearea unor noduri logistice regionale, digital conectate, care să deservească grupuri de producători și cooperative.

2. Susținerea formelor asociative și a cooperativelor inteligente. Într-un context agricol fragmentat, promovarea cooperativelor digitale și a modelelor de producție asociativă este crucială pentru digitalizare și eficiență logistică. Aceste forme de organizare permit reducerea costurilor de implementare a tehnologiilor, utilizarea partajată a infrastructurii și negocierea contractelor colective cu lanțurile de retail. Sprijinirea formării și consolidării acestor structuri, inclusiv prin legislație favorabilă, este o condiție strategică pentru integrarea fermierilor în lanțuri valorice moderne.

3. Crearea unui cadru național de date agricole și trasabilitate digital. Se recomandă elaborarea unei platforme digitale naționale care să colecteze, integreze și disemineze date privind producția agricolă, stocurile, cererea pieței, condițiile meteorologice și fluxurile logistice. Aceasta ar trebui să permită trasabilitatea completă a produselor agricole, de la fermă la consumator, folosind soluții precum coduri QR, blockchain și registre digitale. O astfel de platformă ar facilita luarea deciziilor, creșterea încrederii consumatorilor și accesul la piețele internaționale.

4. Implementarea unui program integrat de educație și formare în agricultura digital. Lipsa competențelor digitale rămâne una dintre cele mai mari bariere în calea adoptării Agriculturii 4.0. Este necesară introducerea, în cadrul programelor de instruire agricolă și profesională, a modulelor dedicate logisticii inteligente, senzorilor IoT, managementului datelor și utilizării software-ului agricol. Totodată, crearea unor centre regionale de inovare și formare digitală, în parteneriat cu universitățile agricole, ar contribui la profesionalizarea rapidă a resursei umane din agricultură.

În ansamblu, Republica Moldova are șansa de a valorifica o fereastră de oportunitate importantă pentru tranziția spre un sistem agroalimentar digital, integrat și sustenabil. Implementarea direcțiilor strategice propuse va permite reducerea ineficiențelor actuale, sporirea veniturilor în sectorul agricol și consolidarea poziției produselor moldovenești pe piețele interne și externe.

Bibliografie

1. BALLOU, R. H., *Business Logistics/Supply Chain Management*. London: Prentice Hall, 2004. 789 p. ISBN 978-0-130-66184-5.
2. CHOPRA, S., MEINDL, P., *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*. Harlow: Pearson Education, 2016, 541 p. ISBN 978-1-292-09356-7.
3. CHRISTOPHER, M., *Logistics and Supply Chain Management*, Harlow: Pearson Education, 2011, 289 p. ISBN 978-0-273-73112-2.
4. OECD, *Food Chain Analysis*, 2020 Disponibil online: https://www.oecd.org/en/publications/global-value-chains-in-agriculture-and-food-a-synthesis-of-oecd-analysis_6e3993fa-en.html (accesat la 17.05.2025).
5. BURBULEA, R. *Marketingul sectorului agroindustrial: suport de curs*. Chișinău: Tehnica-UTM, 2025. 168 p. ISBN 978-9975-64-505-8.