CZU: 631.171

TENDINȚE ÎN DIGITALIZAREA ȘI AUTOMATIZAREA PROCESELOR AGRICOLE

TRENDS IN DIGITALIZATION AND AUTOMATION OF AGRICULTURAL PROCESSES

Lirong XIANG
Universitatea de Stat din Carolina de Nord, Departamentul de Inginerie Biologică și Agricolă, Laboratorul de Automatizare și Robotică

Roman PALANCIUC email: rpalanciuc@chemonics.com
Manager Consolidare Capacități Asociații și Digitalizare, Proiectul de Competitivitate și Reziliență Rurală USAID Moldova

Abstract. With the global development of smart technologies in agriculture, a paradigm shift undergoes in the methods of agricultural operations. These processes are also relevant in Moldovan agriculture and are rapidly gaining momentum. The importance of data and information in our time is increasing due to advanced information technologies which allow fast and efficient data processing and transmission. In economic science, an increasing popularity is gaining the idea that information or data should be recognized as the fifth factor of production, along with land, labor, capital, and entrepreneurial spirit. With the cutting-edge information technologies, the development of wireless monitoring systems and remote management of agricultural operations become reality. Automations of agricultural processes gain increased demand due to economic, social, and climatic challenges. The adoption of such technologies is already producing effects and begins to impact the productivity and competitiveness of agricultural enterprises in different countries and have potential to become determinant in the future.
Keywords: digitalization, agriculture, agricultural processes.

1. Introducere.

Progresele din industria semiconductorilor, permit în ziua de azi procesarea și transmiterea datelor cu o eficientă, rapiditate și într-un volum impresionant. Acest factor permite ca datele și informația să devină o parte indispensabilă a oricărei activități de business. În știința economică, o popularitate din ce în ce mai mare câștigă ideea că informațiile sau datele ar trebui să fie recunoscute ca al cincilea factor de producție, împreună cu pământul, forța de muncă, capitalul și spiritul antreprenorial.

Agricultura inteligentă este vitală pentru abordarea provocărilor agricole contemporane. Oferă soluții practice pentru a spori productivitatea, sustenabilitatea și reziliența într-un mediu aflat în continuă schimbare. Odată cu dezvoltarea globală a tehnologiilor inteligente în agricultură, are loc și o schimbare de paradigmă în metodele și operațiunile agricole. Acest lucru este relevant și pentru agricultura moldovenească, câștigând rapid un avânt în rândul producătorilor agricoli de la noi. Sistemele de monitorizare și gestionare wireless (fără fir) permit managementul la distanță în operațiunile agricole și devin un lucru tot mai obișnuit pentru producători. Automatizările proceselor agricole capătă inerție în pofida sau datorită provocărilor economice, sociale și climatice. Aceste provocări țin în linii mari de costurile înalte la imputuri și energie, lipsa forței de muncă în agricultură și variabilitatea înaltă a vremii. Acești factori remodelează peisajul agriculturii moderne din întreaga lume, inclusiv și în Moldova. Adoptarea tehnologiilor noi produce impact asupra productivității și competitivității întreprinderilor

agricole, acumulând potențial de a deveni determinante pentru stabilirea în viitor a unor avantaje compatitive la nivel de țări. În acest articol, explorăm tehnologiile agricole inteligente deja adoptate la nivel mondial, inclusiv în Moldova, precum și cele care sunt abia emergente, pentru care abia se încearcă afirmarea valorii și utilității în agricultură. În continuare vom prezenta și potențialele beneficii pe care aceste tehnologii le aduc în combaterea provocărilor prezente și de viitor.

2. Tehnologii adoptate

Unele din tehnologiile agricole inteligente care s-au dovedit a fi de interes recunoscut în ultimii ani și au pătruns ferm și stabil pe piață sunt:

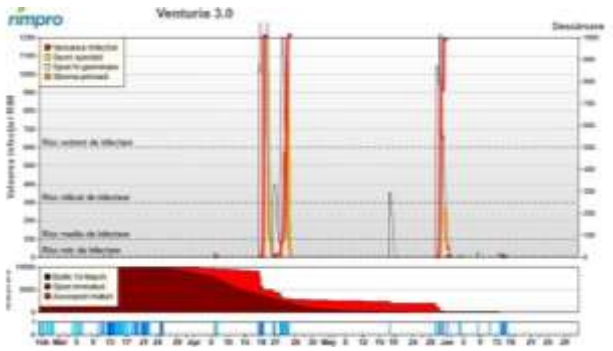
- Sisteme integrate de gestionare a întreprinderilor și terenurilor agricole (ERP)
- Mașini agricole outopilotate (consolă autopilot)
- Sisteme wireless de gestionare a irigării (LoRaWAN)
- Capcanele digitale
- Drone cu folosirea inteligenței artificiale
- Monitorizarea la distanță a productivității și a sănătății animalelor

Sisteme integrate de management a întreprinderilor agricole și terenurilor

Servicii precum cele oferite de Rimpro și SAS în Moldova permit fermierilor să anticipeze și să ia măsuri preventive împotriva bolilor fungice sau a răspândirii insectelor. Pe baza datelor empirice premergătoare (cel puțin 3 ani), aceste sisteme pot sugera și cauze specifice ale unor problemele existente într-o plantație pentru care este greu de efectuat un diagnostic corect.

Prin utilizarea sistemelor precum SAS și a soluțiilor similare, producătorii își pot îmbunătăți și logistica agricolă, monitoriza eficient consumul de combustibil și mersul lucrărilor în teren, lucru dovedit, care se traduce în reduceri substanțiale a costurilor.

Figura 1 – Exemplu de afișare a riscului de ciupercă Rimpro (fermă din Moldova)



Sursa: Aplicația Rimpro

Fermierii moldoveni investesc și în sisteme de pilotare automată, care se aplică preponderent la tractoare pentru a optimiza costurile, viteza și calitatea lucrărilor agricole.

Aplicarea ERP-urilor în agricultură este promițătoare și câștigă un interes tot mai mare. Acestea permit gestionarea integrată, la distanță și în timp real a proceselor din agro-business, cum ar fi recoltarea, depozitarea, sortarea și ambalarea, expedierea, gestionarea resurselor umane prin alocarea de sarcini, gestionarea inventarului (inputuri, consumabile, energie, ambalaj, etc.), supravegherea vânzărilor și alimentarea cu date a sistemului de contabilitate al companiei. Pot fi aduse mai multe exemple, cum ar fi FarmTrace (Africa de Sud), GrowPro (Olanda), Agromanager (Olanda), inclusiv sisteme produse de companii IT din Moldova. Soluțiile respective se integrează cu echipamentele specializate, cum sunt cartelele, cântarele electronice, scanerele, imprimantele de etichete și altele.



Figura 2 – Exemple de sisteme de management al fermelor care integrează operațiuni comerciale interne majore

Surse: www.farmtrace.co.za, www.growpro.nl, www.agromanager.eu

Irigarea inteligentă bazată pe sisteme LoRaWAN

Schimbul de date la distanță pentru controlul nivelului de umiditate al solului și administrarea irigațiilor este asigurat prin tehnologia LoRaWAN. Datele sunt transmise printr-un gateway LoRaWAN către o infrastructură cloud, permițând accesul în timp real prin tablouri de bord. Sistemul informează privind strategiile de irigare, maximizând economiile de apă și asigurând o conectivitate fiabilă.

Senzorii de umiditate a solului se amplasează compact împreună supapele de irigare alimentate individual prin panouri fotovoltaice, inclusiv baterii cu durată lungă de viață (5 ani), permițând o conectivitate fiabilă cu controlerul central. Ca răspuns la nivelul de umiditate venit de la senzori, controlerul trimite semnale de deschidere și închidere a supapelor pentru administrarea sau închiderea apei. Consumul de energie și schimbul de date sunt minime, ceea ce oferă fiabilitate în funcționare și economii în investiții și operare. Costurile se reduc substanțial, în special pentru suprafețele mari, anulând necesitatea în cablare, care este predispusă la deteriorări fie din cauza rozătoarelor sau a lucrărilor care se fac în teren.



Figura 3 – Exemple de sisteme LoRa WAN pentru irigații inteligente

Surse: www.solem-irrigation.com, www.irriot.com

Controlul digitalizat al insectelor dăunătoare

Producătorii moldoveni optează tot mai des pentru monitorizarea digitalizată a incidenței insectelor în plantațiile lor. Stațiile digitale de urmărire a dăunătorilor captează numărul lor printr-o cameră aplicată și prin procesul de învățare automatizată identifică și analizează incidența anume a tipurilor de insecte care prezintă pericol. Stația IoT transmite recomandările și alertele în timp real printr-un flux neîntrerupt de date. O astfel de stație IoT de urmărire a dăunătorilor reduce impactul economic al daunelor, care pot fi provocate de insecte în culturile agricole.

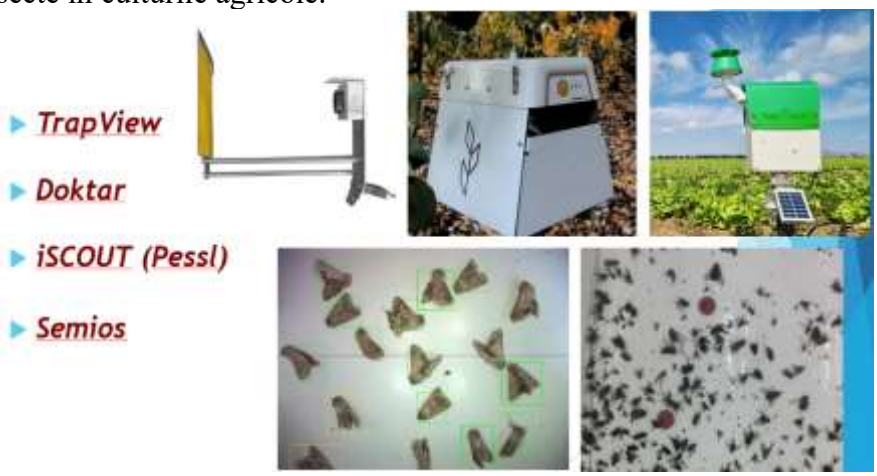


Figura 4 – Exemple de sisteme digitale de monitorizare și control al insectelor dăunătoare
Surse: www.trapview.com, www.doktar.com, www.metos.global/en/iscout/, www.semios.com

Drone pentru managementul livezilor

Aplicațiile cu drone merg dincolo operațiunile de stropire și inspecție a culturilor de câmp. Companii precum Outfield și Solvi oferă soluții care integrează tehnologia dronelor într-un mod care permite utilizarea acesteia pentru predicția din precoce a randamentului culturii, precum și pentru gestionarea cantității, calității, dimensiunii fructelor și planificarea eficientă a momentului de recoltare. Aceasta oferă și avantajul prognozării mai precise a vânzărilor și dezvoltarea strategiilor de marketing mai adecvate. Tehnologiile disponibile pot cartografia concentrația de inflorescențe pentru o gestionare bună a încărcăturii cu roadă.



Figura 5 – Tehnologia dronelor
Surse: www.outfield.xyz, www.solvi.ag, www.droneagro.md, foundersguide.com

Monitorizarea și protecția sănătății familiilor de albine

Bolile și intoxicațiile albinelor provoacă daune economice majore apicultorilor. Intoxicația familiilor de albine din Moldova a căpătat o regularitate alarmantă în ultimii ani, provocând pagube care se estimează la 4 milioane de dolari SUA anual. Ca o soluție la această problemă, a fost dezvoltat un sistem informațional numit BeeProtect. Acesta interconectează producătorii agricoli, apicultorii și inspectorii ANSA, astfel încât alertele de stropire ajung din timp la apicultori, atunci când agricultorii le planifică. Astfel, apicultorii pot lua măsuri de protecție înainte de stropirile cu PUFF. În mod similar, apicultorii după înregistrarea în sistem indică locația stupinei, astfel încât agricultorul este informat prompt despre prezența familiilor de albine în vecinătatea câmpurilor sale. Sistemul informațional BeeProtect este interconectat cu serviciile electronice guvernamentale, cum ar fi MConnect, MSign, MPass, MNotify, MLog pentru a facilita validarea utilizatorilor, notifica despre alerte și jurnaliza lucrările. Sistemul este găzduit pe un server foarte securizat MCloud, care este administrat de ANSA și aparține Guvernului Republicii Moldova.

Apicultorii folosesc soluții care permit urmărirea productivității folosind cântare electronice, analizează eficiența polenizării și monitorizează sănătatea albinelor utilizând senzori, care produc alerte și recomandări în baza a zeci de parametri. Aceste soluții integrate permit apicultorilor să prevină și să ia măsuri importante și la timp pentru a contracara problemele grave de dezvoltare și sănătate la albine.



Figura 6 – Sisteme digitalizate care permit monitorizarea și protecția de la distanță a sănătății albinelor

Surse: web.beeprotect.md, www.beehero.io, www.beehivemonitoring.com

3. Tehnologii emergente

Echipamentele robotizate și vehiculele echipate cu inteligență artificială revoluționează practicile agricole tradiționale, oferind noi soluții pentru gestionarea cu precizie a culturilor și optimizarea resurselor. Dronele autonome de monitorizare a câmpurilor și mașinile de recoltat bazate pe inteligență artificială cresc eficiența, randamentele și ușurează adoptarea practicilor sustenabile și reziliente.

Pe lângă tehnologiile menționate mai sus, aducem și câteva exemple care sunt în ”trend”, cu potențial semnificativ pentru viitor:

- Mașini agricole autonome (roboți agricoli);
- Sisteme de control a buruienilor prin îndepărtare mecanică, ardere cu laser sau descărcare electrică;
- Mașini robotizate de recoltare și manipulare a plantelor;

- Echipamente de sortare, gradare și ambalare cu inteligență artificială;
- Sisteme de estimare și clasificare a recoltei în timp real;
- "Geamănul digital" pentru plantații agricole.

Roboți agricoli

Avansarea rapidă a mașinilor agricole autonome aduce posibilități de eficiență sporită, costuri reduse la forța de muncă și precizie sporită în diverse sarcini, inclusiv pregătirea terenului, administrarea de PUFF-uri, gestionarea buruienilor și chiar transportul lăzilor. Aceste tehnologii îi ajută pe fermieri să-și optimizeze deficitul de forță de muncă și să diminueze risipa de resurse, aplicând în același timp și practici mai durabile.

Folosind senzori avansați, tehnologie GPS și algoritmi bazați pe inteligență artificială, tractoarele sau motocultoarele autonome pot monitoriza cu precizie condițiile solului, pot regla adâncimea de lucru și optimiza consumul de combustibil. Sarcinile automatizate, cum ar fi însămânțarea și plantarea, îmbunătățesc eficiența și minimizează erorile umane. Prin combinarea sistemelor GPS, a camerelor și a senzorilor multispectrali, mașinile de pulverizare autonome pot identifica cu o precizie milimetrică zonele ce necesită tratament. Astfel se asigură utilizarea doar a cantităților strict necesare de substanțe chimice. Acest lucru nu numai că reduce costurile de producție, dar minimizează și impactul asupra mediului prin prevenirea supraaplicărilor.

Vehiculele auto ghidate (AGV) pot transporta lăzi cu producția recoltată din câmp spre spațiile de depozitare sau facilitățile de ambalare, minimizând timpul până la pre-răcire, reducând substanțial respirația produsului. Aceasta asigură o calitate înaltă dealungul lanțului frigorific și micșorează pierderile alimentare de-a lungul întregului lanț de aprovizionare. Sistemele autonome permit navigarea printre rânduri sau în depozite folosind inteligența artificială și senzorii, evitând obstacolele și optimizând rutele de transport. O altă capacitate este posibilitate de a implementa flote de mașini autonome care pot lucra în tandem pentru a îndeplini sarcini complexe. Sistemele de management a flotei de mașini autonome, fiind alimentate de inteligența artificială pot coordona operarea simultană a mai multor mașini, asigurând îndeplinirea sarcinilor la momentul și locația optime.



Figura 7 – Exemple de roboți agricoli și furnizori
Surse: www.agxeed.com, www.gussag.com, www.black-shire.com

Controlul automatizat al buruienilor cu înlăturare mecanică, laser, descărcare electrică

Plivirea este o sarcină crucială în plantații, deoarece buruienile sunt concureți pentru apă, nutrienți și lumină. Roboții autonomi echipați cu senzori și camere bazate pe inteligență artificială pot identifica și elimina cu precizie buruienile fără a deteriora plantele din preajmă. Prin identificarea buruienilor într-un stadiu incipient, buruienile sunt îndepărtate cu un braț mecanic sau pot fi folosite lasere fără a afecta culturile din jur. Descărcarea electrică este o altă opțiune care se aplică pentru a arde buruienile. Fiecare dintre aceste opțiuni are avantaje proprii pentru cazuri specifice. Precizia rezultată reduce dependența de erbicidele chimice și contribuie la practici agricole durabile.



Figura 8 – Controlul buruienilor bazat pe AI
Surse: www.carbonrobotics.com, www.odd.bot, www.lightningweeder.com

Recoltarea robotizată și manipularea plantelor

Recoltarea este un alt domeniu în care mașinile autonome posedă un potențial cu impact major. Este cunoscut că recoltarea manuală este intensivă ca forță de muncă și sensibilă ca timp. O provocare suplimentară este legată și de delicatețea cu care se rupe fructului de pe plantă și se așează în containere. Recoltatoarele autonome sunt concepute pentru a adresa aceste probleme. Sunt combinate inteligența artificială, camerele și senzorii pentru evaluarea maturității, evitându-se în același timp deteriorările produsului. Această tehnologie permite recoltarea 24/7, ceea ce este deosebit de important pentru culturile cu ferestre scurte de culegere. Se reduce costurile și dificultățile legate de forța de muncă în sezonul de vârf. Recoltatoarele autonome sunt echipate cu camere de înaltă rezoluție, LIDAR și sisteme de recunoaștere a imaginilor bazate pe inteligență artificială care oferă și posibilitatea detectării nivelului de maturitate. Aceasta permite robotului să facă diferența între produsele coapte și necoapte, asigurând culegerea doar a celor corecte. Algoritmii de învățare automată permit sistemului să-și îmbunătățească acuratețea în timp, pe măsura învățării. Tăierile, la fel, sunt procese foarte importante care, însă prezintă constrângeri legate de forța de muncă, viteza și momentul lucrării versus condiții meteo.

În mod normal, lucrările de tăiere necesită forță de muncă calificată, dar roboții autonomi de tăiere tind să devină o alternativă viabilă. Diferite specii de pomi sau soiuri de struguri au nevoi diferite de tăiere, iar roboții autonomi pot fi antrenați să învețe și să se adapteze. Roboții autonomi de tăiere sunt echipați cu senzori avansați și algoritmi de învățare automată care le permit să identifice părțile copacului care trebuie tăiate. Această versatilitate va permite în viitor să fie utilizați pentru livezi de diverse specii, inclusiv legume și vița de vie.



Figura 9 – Roboți de recoltare și manipulare a plantelor și exemple de companii
Surse: Prezentare WUR la FL 2024, www.tortugaagtech.com, fieldworkrobotics.com, www.floatingrobotics.com

Sortarea, calibrarea și ambalarea cu folosirea inteligenței artificiale

Operațiunile post-recoltă sunt revoluționate de sistemele noi de sortare, calibrare și ambalare bazate pe inteligența artificială. Aceste sisteme integrează tehnologii avansate de învățare automată, viziune computerizată, robotică și senzori pentru a asigura că produsele sunt manipulate cu precizie și lasă resturi minime. Pe măsură ce produsele trec prin sistem, prin recunoașterea avansată a imaginii, algoritmii AI analizează forma, dimensiunea, sortând produsele pe bază de diametru, greutate, culoare, defecte exterioare, asigurând consecvența ambalării. Tehnologiile de imagistică multispectrală și hiperspectrală pot analiza fructele și legumele dincolo de lumina vizibilă, identificând compoziția chimică, conținutul de umiditate sau defecte interne, cum ar fi vânătăile, care sunt invizibile pentru ochiul uman. Această tehnologie ajută la determinarea cu precizie a calității interne a produselor, ceea ce duce la o clasificare mai precisă și la mai puține mărfuri respinse.



Figura 10 – Sortarea, calibrarea și ambalarea folosind inteligența artificială
Surse: Fotografii făcute de autor în la expoziția Fruit Logistica 2024

Prognoza randamentului recoltei în timp real

Prognoza observațională a randamentului în horticultură integrează tehnologii avansate precum teledetecția, inteligența artificială și învățarea automată pentru a prezice productivitatea culturilor cu mare precizie. Prin monitorizarea continuă a etapelor de creștere, a condițiilor de mediu și a datelor istorice, aceste sisteme permit fermierilor să ia decizii fundamentate pe bază de date, cu privire la gestionarea culturilor, alocarea resurselor și momentul recoltării. Pe măsură ce aceste tehnologii evoluiază, ele promit să îmbunătățească sustenabilitatea și profitabilitatea în horticultură prin furnizarea de predicții precise, generate în timp real, care ajută la optimizarea potențialului de producție și la minimizarea pierderilor. În baza acestei metode este îmbunătățită planificarea producției și ajustarea strategiilor de atingere a nivelurilor necesare de productivitate.

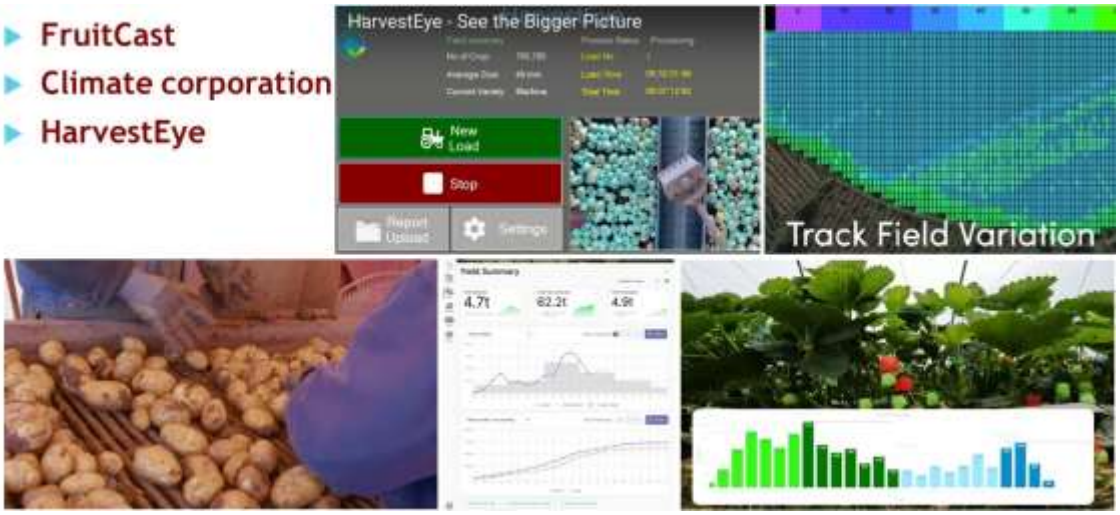


Figura 11 – Prognoza observațională și cartografierea randamentului în timp real
Surse: www.fruitcast.co.uk, www.harvesteye.com

Cartografierea productivitții în timp real implică senzori montați pe echipamentele de recoltare care măsoară diverși parametri ca greutatea, volumul, dimensiunea produselor, pe măsură ce decurge recolta. Sistemul este integrat cu GPS pentru a crea hărți digitale ce oferă date precise referitor la zonele cu productivitate mai ridicată sau mai joasă.

”Geamănul digital” pentru plantațiile agricole

Gemenii digitali în horticultură implică crearea unei reprezentări virtuale sau a unui "geamăn" de plante fizice, culturi, sere sau livezi. Acest model virtual integrează date de la diverși senzori, înregistrări istorice și parametri de mediu pentru a simula și monitoriza omologul din lumea reală într-un timp real. Tehnologia permite modelarea predictivă și duce la optimizarea și luarea deciziilor îmbunătățite pe bază de scenarii. Principalele beneficii oferite de această abordare sunt:

- monitorizarea cu precizie,
- optimizarea resurselor,
- predicția și planificarea randamentului,
- testarea scenariilor prin simularea diferitor condiții de creștere, strategii sau utilizare a resurselor,
- automatizarea îmbunătățită prin oferirea posibilității de integrare cu robotica pentru sarcini precum tăierea, polenizarea și recoltarea,
- oferirea recomandărilor bazate pe date.

Microsoft Azure Digital Twins oferă o platformă cuprinzătoare pentru modelarea activelor din lumea reală, inclusiv sisteme horticole, integrarea dispozitivelor IoT și analize bazate pe inteligența artificială. Platforma AgTwin produsă în parteneriat cu Agronomeye va fi testată în Australia și va oferi o „fundație digitală" detaliată pentru un sistem digital agricol complet, combinat cu capabilități de modelare și suprapuneri dinamice avansate. Siemens și Bosch oferă soluții de gemeni digitali care se pot integra cu senzori pentru sere și medii de aricultură controlată. AeroFarms se specializează la fel pe agricultura verticală și integrează soluțiile de înfrățire digitală pentru a optimiza condițiile de creștere și a monitoriza sănătatea culturilor.

Înfrățirea digitală totuși este și o provocare la moment, deoarece necesită investiții inițiale substanțiale în dispozitive IoT, programe și instruire, integrare fiabilă a datelor parvenite de la senzori cu partea "hard" și conectivitate la internet - aspecte critice care pot reprezenta o problemă în zonele rurale.

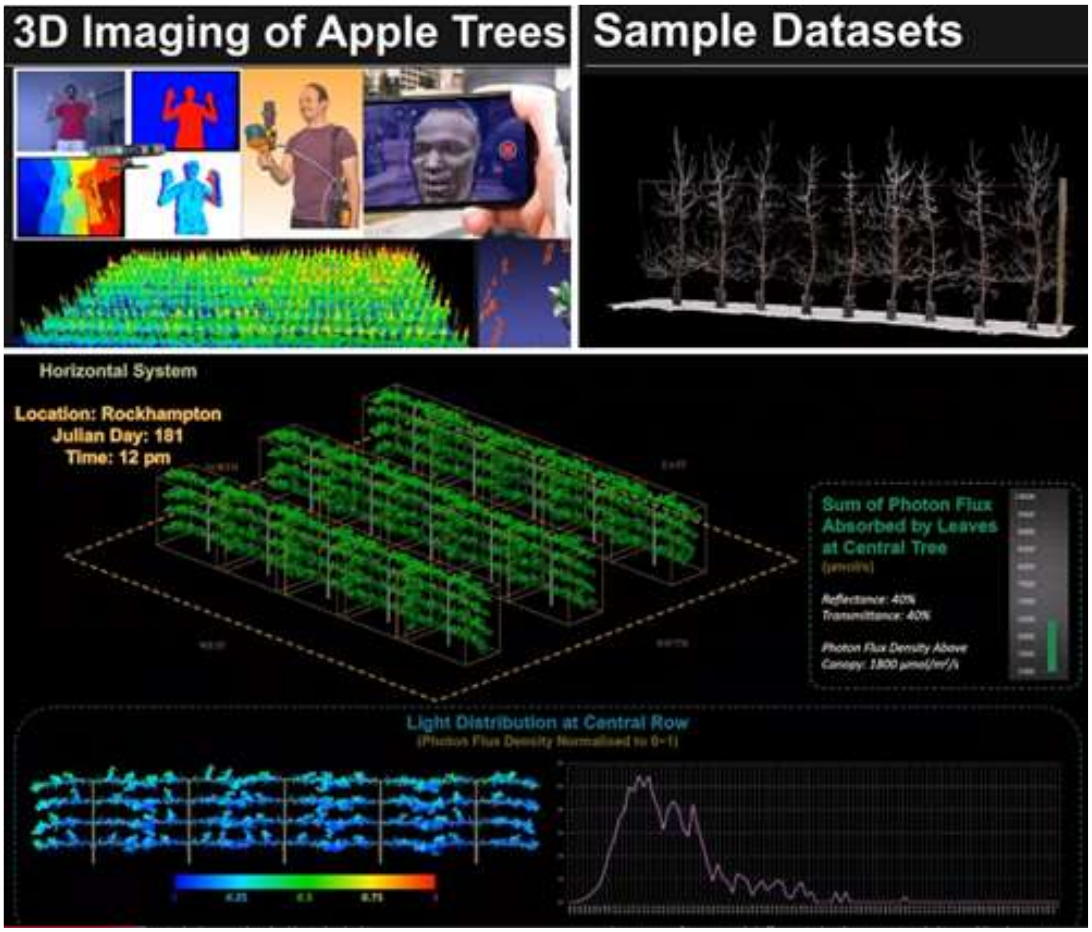


Figura 12 – Cercetarea Cornell AgriTech în înfrățirea digitală bazată pe o livadă de mere
Sursa: Prezentare Cornell AgriTech

4. Concluzii și recomandări

Prin creșterea productivității, reducerea impactului asupra mediului și reducerea dependenței față de forța de muncă și a anumitor resurse, inovațiile legate de agricultura inteligentă eficientizează procesele agricole, le fac mai durabile și oferă o adaptabilitate mai bună la cerințele actuale și de viitor. Pe măsură ce sectorul agricol va îmbrățișa aceste progrese, vom fi dotați cu soluții mai inteligente și mai pregătiți față de provocările de mâine.

Impactul de termen lung al tehnologiilor digitale și a utilajelor autonome în agricultură poate fi unul profund benefic. Pe măsură ce aceste tehnologii vor continua să evolueze, ele nu numai că vor crește eficiența și sustenabilitatea agriculturii, dar vor contribui și la rezolvarea diverselor probleme cu care se confruntă agricultorii. Tehnologiile vor deveni tot mai accesibile, permițând fermierilor, atât mari, cât și mici, să-și reducă costurile, sporească productivitatea și competitivitatea, și să adopte practici mai durabile și reziliente. În timpul recentelor angajamente ale Dr. Lirong Xiang (Universitatea de Stat din Carolina de Nord) în Moldova, au fost remarcate anumite constrângeri de ordinul infrastructurii slab dezvoltate în zonele rurale pentru acces la tehnologii. În același timp, este prezent un entuziasm puternic pentru inovare și aplicare a inovațiilor. Moldova dispune de oportunitatea de a valorifica soluții scalabile adaptate la nevoilor sale din agricultură. În particular, Dr. Lirong Xiang a făcut câteva observații și recomandări cheie cum ar fi:

- **Îmbunătățirea conectivității și infrastructurii**: Este nevoie de a extinde accesul la infrastructura de sprijin pentru inovare în mediul rural. Aceasta este fundamental pentru adoptarea la scară largă a instrumentelor digitale în agricultură. Inițiativele care oferă soluții de conectivitate la prețuri accesibile ar putea permite fermierilor să utilizeze eficient tehnologiile IoT și de teledetecție.
- **Promovarea programelor de educație și formare**: Creșterea alfabetizării agricultorilor în tehnologii și gestionarea datelor este esențială. Parteneriatele guvernamentale, academice cu sectorul agricol privat ar putea contribui la lansarea de programe educaționale, pentru valorificarea beneficiilor agriculturii de precizie și operarea bazată pe date și automatizare.
- **Inovație localizată și soluții eficiente ca cost**: Încurajarea dezvoltării de tehnologii accesibile și soluții localizate este crucială. Moldova ar putea beneficia de sisteme de automatizare modulare, cu costuri reduse, care se aliniază la diverse tipuri de culturi agricole locale și la diverse dimensiuni a companiilor agricole, permițând integrarea treptată a instrumentelor digitale fără a ocoli micii fermieri.
- **Parteneriate publice-private**: Colaborările strategice cu companiile private de tehnologie ar putea ajuta la accelerarea transferului de tehnologie, în special în domenii precum irigarea inteligentă, monitorizarea dezvoltării culturilor și soluțiile de energie regenerabilă în agricultură. Stimulentele de stat pentru investițiile în tehnologie în agricultură ar putea dezvolta și mai mult aceste parteneriate.

5. Bibliografie



Acest articol a avut ca bază vizita la expoziția internațională Fruit Logistica din februarie 2024 la Berlin și participarea la seriile de conferințe tematice din cadrul evenimentul Farming Forward. Au fost folosite informații din prezentările și materialele informative ale companiilor expozante și din discuțiile cu acestea la standuri. Au fost utilizate atât fotografii, cât și informații oferite de resursele informaționale ale companiilor menționate în acest articol. Fruit Logistica este cel mai însemnat eveniment mondial organizat anual în industria producției horticole proaspete, care a înregistrat peste 66,000 de vizitatori în 2024, reprezentând 145 de țări. Peste 2,770 de expozanți au fost prezenți la Berlin în 2024. La cea de-a 31-a ediție, evenimentul rămâne cel mai important și inovator târg comercial internațional din lume, și loc de întâlnire pentru industria globală a fructelor și legumelor.