

**„MINISTERUL EDUCAȚIEI AL REPUBLICII MOLDOVA
UNIVERSITATEA DE STAT „ALECU RUSSO” DIN BĂLȚI
FACULTATEA DE ȘTIINȚE REALE, ECONOMICE ȘI ALE MEDIULUI
CATEDRA DE ȘTIINȚE ALE NATURII ȘI AGROECOLOGIE**

**OPORTUNITĂȚI DE UTILIZARE A AGRICULTURII DE
PRECIZIE ÎN REPUBLICA MOLDOVA**

TEZĂ DE LICENȚĂ ÎN ȘTIINȚE ALE NATURII

SPECIALITATEA ECOLOGIE

**Autor:
Vasile RADU
Studentul grupei EC 31Z**

(semnătura)

**Conducător științific:
Marin CEBOTARI
dr., lect. univ.**

(semnătura)

Bălți, 2017

Controlată:

Data _____

Conducător științific: _____ CEBOTARI Marin, dr., lector. univ.

Aprobată

și recomandată pentru susținere

la ședința Catedrei de științe ale naturii și agroecologie

Proces verbal nr. _____ din _____)

Șeful catedrei _____ Boris BOINCEAN, dr. hab., prof. cercetător

CUPRINS

ADNOTARE	4
ABREVIERI	5
INTRODUCERE	6
CAPITOLUL I. CONCEPTE DESPRE AGRICULTURA DE PRECIZIE ȘI DEZVOLTARE DURABILĂ.....	9
1.1. Bazele teoretice a agriculturii de precizie.....	9
1.2. Componentele agriculturii de precizie	11
1.3. Necesitatea apariției agriculturii de precizie.....	11
CAPITOLUL II. TEHNICI AVANSATE DE EVOLUȚIE BAZATE PE CONCEPTUL AGRICULTURII DE PRECIZIE.....	13
2.1. Seturi de senzori și sisteme de procesare a datelor geospațiale	14
2.2. Teledetecție.....	16
2.3. Sisteme informaționale de colectare și prelucrare a datelor (GPS)	17
2.4. Sisteme informaționale geografice (GIS) pentru agricultură.....	19
CAPITOLUL III. MODALITĂȚI DE UTILIZARE A AGRICULTURII DE PRECIZIE.....	21
3.1. Tendințele utilizării datelor satelitare	22
3.2. Trăsătura spectrală a vegetației.....	23
3.3. Aplicarea cu precizie a preparatelor de uz fito-sanitar	24
3.4. Majorarea productivității în agricultură.....	25
3.5. Reducerea cheltuielilor, precum și impactul asupra mediului	26
CONCLUZII.....	29
BIBLIOGRAFIE	30
ANEXE	35
DECLARAȚIE	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.

ADNOTARE

Lucrarea dată scoate în evidență posibilitatea de utilizare a agriculturii de precizie, unde tehnologia informației și colectarea de date este utilizată pentru a analiza și personaliza lucrarea terenurilor la metru pătrat, concentrându-se asupra posibilității că aceasta va provoca o revoluție agricolă. Printre subiecte se numără drept efectele agriculturii de preciziei asupra recoltelor și a productivității semințelor; abilitatea sa de a reduce impactul asupra mediului înconjurător, reducerea deșeurilor și a consumului de energie; precum și utilizarea de date GPS (sistem de poziționare globală) pentru a efectua monitorizarea recoltei de pe o anumită suprafață cultivată.

ABSTRACT

This thesis represents a study of possibility and perspectives of using a precision agriculture, which gives us an opportunity to collect, analyze and customize the cultivation of land by the square meter, focusing on the possibility that it will cause an agricultural revolution. The main goal of this work is to establish the efficiency of precision agriculture on yields growing and seed productivity with lower negative impact on the environment, also to reduce the waste and energy consumption for farmers in using this modern technique.

ABREVIERI

DSS (Decision Support System) - Sistem Suport de Decizii

FAO (UN Food & Agricultural Organization) - Organizația Națiunilor Unite pentru produse alimentare și agricultură

GNSS – Sistem Global de Navigare prin Satelit

GPS - Sistemul de Poziționare Globală

GPS / INS - Este utilizarea semnalelor GPS prin satelit pentru a corecta sau de a calibra o soluție dintr-un sistem de navigație inerțial (INS)

LANDSAT (LAND Satellite) – O serie de sateliți U.S.A. utilizați pentru studierea suprafeței pământului prin utilizarea tehnicilor de teledetecție

LiDAR – Detectarea variațiilor luminii

MAD - Medie în Devierea Absolută

MODIS - Spectroradiometrul Imaginii de Rezoluție Moderată

MZ - Zonele de Management

NDVI - Diferența Indecelui Normalizat de Vegetație

NOAA - Administrația Națională Oceanică și Atmosferică

OLE - Tehnologia de legare și introducerea de obiecte în alte documente, dezvoltat de Corporația Microsoft

OPC - OLE pentru controlul proceselor. Familia de tehnologii software, oferind o interfață unică pentru gestionarea obiectelor de automatizare și a proceselor tehnologice

PTO - Arborele prizei de forță de la tractor

RGB - Un model de culoari aditive în care lumina roșie, verde și albastră sunt adăugate împreună în diferite moduri de a reproduce o gamă largă de culori

Sistem Informațional Geografic (geographic information system **GIS**) – System bazat pe calculator utilizat pentru introducerea, păstrarea, și analiza datelor spațiale (geografice)

SOM - Materia Organică din Sol

TD (Teledetecție) – Achiziționarea informației despre un obiect fără contact fizic cu el

TRMM – Misiunea de Măsurare a Cantității de Precipitații Tropicale.

UAS - Sisteme Aeriene Fără Pilot

WSN - Rețele de Senzori Fără Fir

WWW- Sistem informațional descentralizat, oferind acces la documentele legate, amplasate pe diferite calculatoare conectate la Internet

INTRODUCERE

Actualitatea temei:

Agricultura modernă a ocupat locul celei tradiționale, fermierii înțelegând că investind în tehnologie – poți obține rezultate eficiente așa ca: economisirea a 10-15% de material săditor, fertilizanți, erbicide, pesticide și carburanți. Printre toate acestea a fost formată o nouă concepție care presupune oportunitatea intrărilor folosite de fermieri numită „Agricultura de Precizie”.

Peoducătorii agricoli care practică o astfel de agricultură au la dispoziție tehnologii moderne de gestiune care le oferă informații detaliate în timp real asupra culturilor administrate de aceștea. Avantajele principale în utilizarea acestor tehnologii sunt:

- Gestionarea zonelor heterogene a terenului agricol prin controlul intrărilor;
- Analiza respectivă a zonei utilizate pentru a reduce cantitatea de deșeuri pentru menținerea calității mediului.

Cu alte cuvinte Agricultura de Precizie presupune managementul corect la momentul potrivit.

Scopul lucrării constă în:

Aprecierea posibilității de utilizare a agriculturii de precizie în Republica Moldova;

Obiectivele tezei:

Principalul obiect al lucrării este rolul Agriculturii de Precizie în creșterea producției agricole și reducerea impactului negativ asupra mediului și societății.

Printre obiectivele tezei se numără drept și:

- Determinarea rentabilității agriculturii de precizie economice și al mediului;
- Utilizarea sistemului de informații geografice pentru compararea datelor obținute de la sol mai rapid și mai ușor și, de asemenea, cantitatea de apă, în scopul de a lua decizii precise pentru progresul agriculturii și aplicarea intrărilor corespunzătoare, care are legătură cu apa.
- Descrierea metodelor de reducere a deșeurilor și a consumului de energie;
- Efectele agriculturii de preciziei asupra recoltelor și a productivității semințelor;
- Evidențierea conceptelor și a bazelor teoretice a agriculturii de precizie;
- Studiarea și descrierea tehnologiilor utilizate în cadrul acestui sistem de agricultură.

Noutatea științifică a lucrării constă în:

- Aprecierea capacităților dimensionale a acestei tehnologii agricole;
- Determinarea tendințelor și principalelor direcții de evoluție a agriculturii de precizie;

- Stabilirea direcțiilor și posibilităților de redresare a situației în agricultură.

Metodologia lucrării științifice:

În realizarea prezentei lucrări se analizează dezvoltarea rapidă a acestei discipline, și se folosește Republica Moldova în calitate de exemplu în cazul acestei cercetări, deoarece ea este o țară în care agricultura conduce creșterea economică. Cu toate acestea potențialul înalt al veniturilor din solurile adesea tinere, variabile, oferă oportunități de retur eficient a finanțelor din investițiile în aceste tehnologii.

Acest sistem de agricultură utilizează metodologii noi, care sunt destinate pentru îmbunătățirea înțelegerii interacțiunilor complexe dintre factori, care afectează dezvoltarea plantelor și luarea deciziilor de management în agricultură. Utilizarea metodicilor de cercetare din ecologie și economie, unde factorii variază simultan și metodele statistice sunt utilizate pentru identificarea efectului și variației unor variabile individuale care sunt mult mai productive decât metodele tradiționale. Necesitățile de bază de implementare a Agriculturii de Precizie constau în faptul că, informația mai amplă și calitativă este ridicată la un nivel mai înalt reieșind din variabilitatea condițiilor din câmp.

Valoarea practică a lucrării:

- Este un imperativ ca instituțiile educaționale să modifice metodele de instruire a studenților și reciclare a cadrelor în metodici interdisciplinare, care sunt la baza Agriculturii de Precizie, deoarece că evoluția se confruntă cu o lipsă acută de specialități capabile să înțeleagă adevărata valoare a tehnologiilor geospațiale și informaționale;
- Unele studii cum (elementele de management a practicii agricole, metodele de prelucrare a datelor, respectiv stăpânirea unor cunoștințe de bază în domeniul științelor economice, geodeziei, matematicii statistice și informaticii) ar putea fi utilizate la realizarea unor proiecte de adaptare mai intensivă a Agriculturii de Precizie în RM, prin teze de master, doctor...

Volumul și structura lucrării:

Teza cuprinde introducere, trei capitole, concluzii, bibliografie, 2 figuri, printre care și 4 anexe. Volumul total al lucrării este de 41 de foi.

În primul capitol se descrie cum utilizarea tehnologiei, informației și comunicațiilor, împreună cu cele mai bune practici agricole pentru managementul fermei. Următorul capitol reflectă studiul noilor tehnologii de vârf, geospațiale și informaționale asupra agriculturii, în special, utilizarea Sistemelor Informaționale Geografice, Teledetecției, Sistemelor de poziționare Globală, Sistemelor de Suport al Deciziilor, asociate cu mecanizarea, automatizarea, cibernetizarea și robotizarea avansată. Ultimul capitol cuprinde analiza critică conceptuală a acestui sistem de agricultură care oferă premise

de creștere a productivității, reducerea cheltuelilor de producere și minimizarea efectului asupra mediului.

Aduc sincere mulțumiri bibliotecii universității care a facilitat accesul la baza de date pentru culegerea anumitor articole științifice și surse de informare.

CAPITOLUL I. CONCEPTE DESPRE AGRICULTURA DE PRECIZIE ȘI DEZVOLTARE DURABILĂ

Agricultura de precizie este utilizarea tehnologiei informaționale și comunicaționale, împreună cu cele mai bune practici agricole pentru managementul fermei. Aceasta impune achiziționarea, transmiterea și prelucrarea unor cantități mari de date din câmpurile agricole [1]. În domeniul protecției plantelor rezultatele obținute pot servi la elaborarea unui șir de măsuri de management durabil și preventive, pentru menținerea speciilor concurente și populațiilor de dăunători la limitele acceptate [31].

Disciplina a apărut în anii '80 ai secolului trecut, odată cu apariția sistemelor de poziționare geografică (GPS) în continuare a avut loc dezvoltarea seriei de senzori pentru sol și culturile agricole la prețuri accesibile, îmbunătățind computerul și programa lui cu putere, precum și echipamente pentru controlul preciziei aplicate, de exemplu: sistemul de irigare și rata cantității de îngrășămintă. Agricultura de precizie pune accentul pe îmbunătățirea efectului îngrășămintelor aplicate la scala corespunzător necesară, ca: (1) suportarea sistemelor decizionale corespunzătoare (de exemplu: hărți digitale – bază de prescripție), și (2) echipamente de aplicare capabile la toate aceste scale variabile, de exemplu: urma unui aspersor pentru irigare sau a unui îngrășământ [9].

Agricultura durabilă luptă încă să-și atingă obiectivele ecologice, cum ar fi promovarea biodiversității, reciclarea substanțelor nocive și folosirea eficientă a apei. Acest tip de agricultură nu exclude de loc utilizarea îngrășămintelor și pesticidelor și nu supune unei reglementări specifice sau unui sistem de inspecție obligatoriu. Agricultura durabilă se concentrează pe aspectele pozitive ale practicilor agricole și caută în mod activ să reducă incidentele negative [34].

De la bun început, fermierii cunoșteau care părți ale câmpurilor sale erau mai umede, care mai uscate, care-s mai nisipoase și unde cresc culturile cerealiere mai bine. Iar acum, spune Margaret A. Oliver, tehnologiile și datele statistice ridică aceste cunoștințe la un nou nivel. Asta se numește Agricultura de Precizie [26].

1.1. Bazele teoretice a agriculturii de precizie

Agricultura de precizie utilizează senzori conduși de la distanță pentru a delimita și de a monitoriza variațiile solului și a culturilor în câmp, controlul intrărilor în sezonul de management, de exemplu: aplicarea strategică de îngrășămintă cu azot locurilor speciale în condiții de câmp. Ea are menirea de a spori producția și utilizarea eficientă a nutrienților, garantând că nutrienții nu se v-or

infiltra sau acumula în cantități excesive în diferite părți ale câmpului, care pot crea probleme ecologice [9].

În figura 1.1. sunt prezentate procese de bază pentru Agricultură de Precizie și domeniile utilizării lor.

Sumar, aceste activități sunt referente la tratamentul „diferențial”, al variației câmpurilor ca opus tratamentului „uniform” pe care se bazează sistemele tradiționale de management.

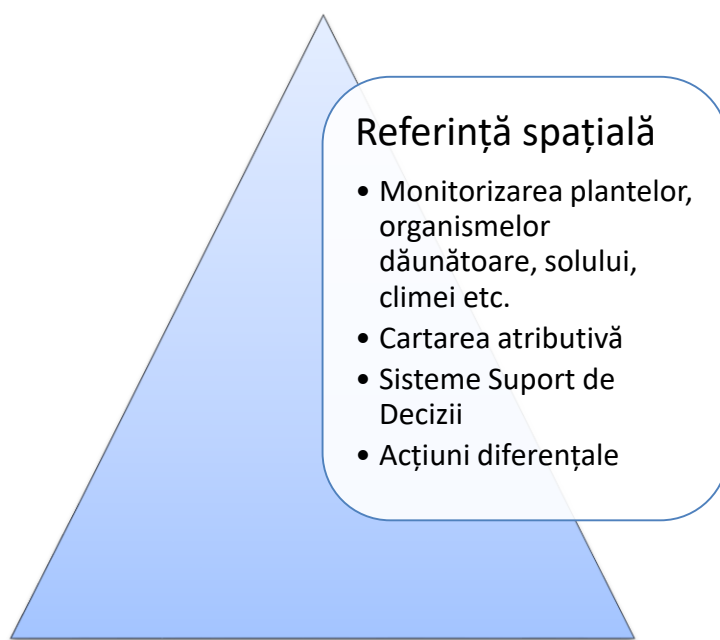


Fig. 1.1. Procese de bază din Agricultură de Precizie [30]

Analizele de laborator sunt utilizate frecvent și foarte precis. Din păcate, aceste metode folosesc numai probe de la fața locului. Este foarte dificil să se aplice rezultatul la întreaga suprafață agricolă. Folosirea rețelelor de date a teledetecției (TD) și a senzorilor din suprafața agricolă este foarte largă. Fiecare cultură reflectă diferite cantități de energie în diferite părți ale radiației electromagnetice. Acest fapt nu este folosit numai pentru clasificarea culturilor, dar mai ales pentru estimarea recoltelor, evaluarea stării de sănătate, evaluarea plantelor cu deficit de apă sau determinarea cantității de substanțe chimice în zona de interes. Marele avantaj este că putem obține date, nu numai probe din unele zone, dar avem toate datele importante din întreaga zonă de interes [24].

Așadar, reieșind din cele expuse mai sus putem conchide că Agricultură de Precizie:

- Este acea cale de management, care asigură strategia de dezvoltare durabilă în agricultură;
- Utilizează tehnologii geospațiale și informaționale cu scopul de a folosi datele specifice locului dat pentru luarea deciziilor legate de producerea agricolă;

- Prezintă un set de tehnologii pentru agricultura durabilă [30].

1.2. Componentele agriculturii de precizie

Aplicarea teledetecției în agricultura de precizie s-a început cu detectori pentru materia organică din sol, și repede s-au diversificat pentru a include sateliții, senzorii de mână și aerieni sau montați pe tractor. Pentru început lungimea undelor electromagnetice inițial au fost focusate pe unele benzi infraroșu importante. Astăzi, lungimile de undă în gama utilizării de la undele ultraviolete până la spectrul de microunde, ceea ce permite aplicațiilor avansate, așa cum detectarea variațiilor luminii (LiDAR), spectroscopia termică și fluorescentă, împreună cu mai multe aplicații tradiționale din spectrul infraroșu vizibil [25].

Lățimea benzii spectrale în mod dramatic a scăzut odată cu apariția teledetecției hiperspectrale, permițând îmbunătățirea analizei compușilor specifici, interacțiunilor moleculare, stresul culturilor și caracteristicile culturilor biofizice sau biochimice. O multitudine de indici spectrali există acum pentru diversele aplicații din cadrul agriculturii de precizie, mai degrabă nu se concretizează numai doar pe diferența indicilor normali ai vegetației. Rezoluția spațială a imaginilor din aer și a teledetecției prin satelit s-a îmbunătățit, de la 100 m până la precizia de sub-metru, care permite evaluarea proprietăților solului și a culturilor la o rezoluție spațială mică din contul cerințelor crescute de stocare și procesare a datelor. În prezent există un interes considerabil în colectarea datelor teledetecției, cu scopul ca să fie lucrat solul în cel mai apropiat timp, culturile și combaterea dăunătorilor.

Agricultura de precizie include trei componente de bază:

1. Achiziționarea datelor la scară și frecvență corespunzătoare;
2. Analiza și interpretarea datelor;
3. Implementarea măsurilor de management la scară și timp corespunzător [30].

1.3. Necesitatea apariției agriculturii de precizie

Mii de ani în urmă, agricultura a început ca o activitate extrem de specifică. Primii fermieri au fost grădinari care au îngrijit plante individuale, și au căutat micro-climate și loturi de sol care au favorizat plantele respective. Dar, în calitate de agricultori, au dobândit cunoștințele științifice și experiență mecanică, au lărgit parcelele lor, folosind metode standardizate: aratul solului, împrăștierea gunoiului de grajd ca îngrășământ, rotația culturilor de la an la an pentru a stimula randamentul roadei

obținute. De-a lungul anilor, s-au dezvoltat metode mai bune de pregătire a solului și protejarea plantelor de insecte și, în cele din urmă, mașini pentru a reduce munca necesară. Începând cu secolul al XIX-lea, oamenii de știință au inventat pesticidele chimice și utilizarea nou descoperitelor principii genetice pentru a selecta plantele mai productive. Chiar dacă aceste metode au maximizat productivitatea în ansamblu, acestea au condus ca unele zone din câmpuri la performanțe scăzute. Cu toate acestea, randamentele au crescut nivelurile la o dată de neimaginat: pentru unele culturi, acestea au crescut de zece ori din secolul al XIX-lea până în prezent [21].

Este evident, că în viitorul apropiat specialiștii din agricultură, utilizând tehnologiile informaționale, vor juca un rol tot mai important în producerea agricolă și managementul resurselor naturale. Agențiile și organizațiile agricole trebuie să colaboreze cu agențiile publice și industrie pentru a asigura conectivitate rurală adecvată [30].

Astăzi, cu toate acestea, tendința spre practici tot mai uniforme începe de a inversa, datorită ceea ce este cunoscut sub numele de "Agricultura de Precizie." Profitând de tehnologiile informaționale, fermierii pot colecta acum date exacte cu privire la câmpurile lor și de a folosi aceste cunoștințe pentru a personaliza modul în care aceștia cultivă fiecare m² [21].

Necesitatea lucrării la diferite niveluri ale scării de rezoluție în Agricultura de Precizie este condiționată de următoarele:

- Utilizarea unităților de analiză mai mult sau mai puțin omogene, deoarece eterogenitatea observată la o scară poate fi rezultat al rezoluției inadecvate;
- Caracteristicile proceselor agro-ecologice pot fi influențate de factori exogeni și de variabilitatea sistemului;
- Rezultatele obținute la un nivel pot fi explicate în baza proceselor care au loc la un nivel mai jos de rezoluție;
- Studiile statistice au valoarea limitată în cazul, când nu se ia în considerație scara de rezoluție;
- Riscul este un fenomen cu dimensiuni spațiale și temporale;
- Procesele, care influențează potențialul de productivitate a unui sistem de utilizare a terenului este dependent de scara de rezoluție;
- Soluția tehnică poate fi eficientă la o scară (de exemplu câmp), însă la nivel mai înalt poate cauza diferite tipuri de restricții (de exemplu socio-economic);
- Înțelegerea relațiilor dintr-un agro-ecosistem și extrapolarea rezultatelor necesită abordare sistematică [30].

CAPITOLUL II. TEHNICI AVANSATE DE EVOLUȚIE BAZATE PE CONCEPTUL AGRICULTURII DE PRECIZI

Agricultură de precizie este o abordare de management pentru întreaga gospodărie, utilizând tehnologia informației, datele satelitare de poziționare (GNSS), teledetecția și colectarea proximală de date. Aceste tehnologii au scopul de a optimiza randamentul intrărilor în timp ce se poate reduce și impactul lor negativ asupra mediului [29].

Ghidarea automată a vehiculelor agricole este o tehnologie cheie în agricultura de precizie și utilizate pe scară largă în producția agricolă.

În general, un sistem de ghidare automată a vehiculului agricol modern este compus din 4 unități:

- Unitatea de detectare care măsoară poziția și orientarea vehiculului;
- Unitatea de control, ca punct central al sistemului de ghidare, care face planul drumului și efectuează monitorizarea lui;
- Unitate de executare, care face rotația roților în funcție de comanda unității de comandă;
- Precum și unitatea de monitorizare, sau un calculator de teren așa cum este numit în general, care funcționează ca interfață între om și mașină.

Există 2 probleme principale care trebuie rezolvate în sistemul de ghidare a vehiculului agricol:

⇒ Prima dintre ele este măsurarea condițiilor de lucru ale vehiculului agricol, cum ar fi poziția, direcția, precum viteza și unghiul roții. Dintre care cea mai importantă este măsurarea poziției.

Există 2 tipuri de *metode de măsurare a poziției*:

- a. Una dintre ele este *metoda relativă*, cum ar fi măsurarea poziției vehiculului în raport cu o linie de bază de orientare pe viziunea mașinii;
- b. Cealaltă este *metoda absolută*, cum ar fi măsurarea poziției absolute a vehiculului pe pământ bazat pe sistemul global de navigație prin satelit [15].

Pe măsură ce sistemul de ghidare automată a vehiculelor agricole lucrează în câmp, mediul complicat și non-structurat face ca nici una dintre metodele de măsurare a lucrului să prezinte rezultate bine mereu. Astfel încât, asocierea datelor cu câți-va senzori duce la focusarea ascuțită a cercetătorilor. Prin combinarea datelor de măsurare de la diferiți senzori cu unele date a metodei de fuziune, cum ar fi: filtrul Kalman; filtrul de particule și filtrul Hoe, precum și metode inteligente, precizia de măsurare este

îmbunătățită. Sistemele de navigație integrate sunt, în principal GPS/INS, GPS/DR precum și INS/CNS.

⇒ A doua problemă este modelarea agriculturii și a metodelor de control al drumului de deservire.

De cele mai multe ori în algoritmi de control a drumului se utilizează modele cinematice. Modelul cu două roți este cel mai frecvent utilizat, acesta aranjează bine coordonatele geografice, poziția, viteza și unghiul roții. Dinamica modelelor bazate pe a doua lege a lui Newton în mod obișnuit este utilizat un alt fel de model. După cum se ia în considerare modificarea caracteristicilor dinamice ale vehiculului cu mediul extern și uneltele agricole, face algoritmi de control mai robuste.

Pe lângă metodele de control bazate pe modele, cercetătorii au elaborat un alt fel de algoritm, fără model:

- PID-ul este cea mai utilă strategie de control;
- O alta este metoda de urmărire pură care simulează comportamentul de conducere a omului și încearcă să facă unele proviziuni.

În prezent, tehnologiile de navigație automată a vehiculelor agricole se utilizează pe scară largă în producția agriculturii, dar multe probleme încă mai trebuie să fie studiate în continuare.

Tehnologiile avansate de navigație merită cercetate, cum ar fi promontoriul controlului de cotitură, detectarea obstacolelor din cale, evitarea ciocnirilor violente și navigația cooperativă de multitudinea de vehicule. Precum și vehiculul agricol este internetul lucrurilor care reprezintă un alt domeniu interesant de cercetare [15].

2.1. Seturi de senzori și sisteme de procesare a datelor geospațiale

Având ca scop cercetarea problemelor de creare a unei rețele cu fir, cum ar fi volumul mare de muncă cu o mulțime de fire, care influențează la cultivare și irigare, tehnologia rețelei de senzori fără fir (WSN), a fost utilizată în sistemul de monitorizare a mediului înconjurător și creșterea culturilor în agricultura de precizie. Performanță ridicată și JN5148 de putere mică a fost adoptat ca principal cip al procesorului. Au fost construiți senzori cu router și coordonator care indică umiditatea solului, temperatura, pH-ul și radiațiile solare. Comunicarea între coordonator și monitorul superior a fost realizată cu ajutorul tehnologiei programării de interfață OPC. Agricultura de precizie este compusă din senzori fără fir ZigBee de creștere a culturilor agricole. Rezultatele indică faptul că acest sistem lucrează în mod corespunzător, care poate verifica raționalitatea proiectării și dezvoltării. Sistemul

poate realiza, de asemenea, colectarea și transmiterea mediului de creștere a culturilor în zona de monitorizare [32].

Un sistem de imagine ieftin capabil de a lua diverse imagini de bandă îngustă și plasate pe platforme de diferite înălțimi, poate fi foarte util pentru mai multe studii de teledetecție, în special pentru cercetătorii din domeniile agriculturii de precizie. Un sistem de formare a imaginii la îndemână, format dintr-un aparat de fotografiat monocrom ELECTRIM EDC-1000L, un Canon PHF6 1.4 lentile, un set de filtre de BANDPASS Andover, și un singur calculator corespunzător de bord Advantech PCA6751, a fost construit și instalat cu aplicații software de auto-dezvoltare. Sistemul a fost implementat pe platforme, cum ar fi un dispozitiv mobil de macara de înaltă ridicare și elicopter pentru a obține numeroase imagini în bandă îngustă. Acest sistem de imagistică simplificat poate ajuta foarte mult în efectuarea testelor de validare în baza indici de stres-identificare și algoritmi asociați derivați din măsurătorile spectroradiometrale ale solului [20].

Un senzor de rețea fără fir (WSN) este un sistem de monitorizare a câmpurilor agricole. Mai mulți cercetători au folosit WSN pentru colectarea datelor necesare din regiunile de interes pentru a fi utilizat în diverse aplicații [1].

Astfel de sisteme au condus la numeroase devizări. O singură categorie de mecanisme care sunt sensibile din punct de vedere ecologic urmăresc traiectoria unui tractor și în mod automat funcțiile de pulverizare a produsului chimic care se oprește atunci când trece peste părți ale câmpului care au fost deja acoperite. Tehnologia este utilă în special pentru câmpurile cu forme neregulate, care sunt vulnerabile la supra-plantare și pulverizate în exces [21].

Unele dintre aceste date pot proveni de la drone. În mare parte Statele Unite, Afganistan, Irak, și unii furnizori de hardware militare s-au îndreptat atenția către piața agricolă. Această mișcare ar putea fi inteligentă: aeronave mici fără pilot pot captura regulat imagini ale culturilor pentru a ghida irigarea, de aplicare a pesticidelor, și recoltarea. Și, spre deosebire de sateliți, dronele sunt în mare măsură afectate de nori. Având în vedere cheltuielile de exploatare și expertiza necesară, dronele vor fi cel mai probabil, utilizate în scop comercial, la început numai pentru culturile de mare valoare, cum ar fi strugurii de poamă [21].

Agricultura de precizie presupune aplicarea tehnicilor geospațiale și a senzorilor (de exemplu, GIS, TD, GPS) pentru a identifica variațiile în câmp și de a lupta cu ele, folosind strategii alternative [33].

Cercetătorii au început să abordeze problema, a dezvolta senzori ieftini care ar putea permite agricultorilor să crească densitatea lor de eșantionare. De exemplu, un nou senzor de aciditate care este

constituit dintr-un electrod care-l încorporează în sol la o distanță anumită pentru a lua o citire și înregistra coordonatele GPS. Acești senzori nu au ajuns încă la majoritatea fermelor, cu toate acestea, unii nu s-au dovedit a fi suficient de preciși, la fel ca și ieșirea din funcție după câți-va ani de utilizare. Dar, mai multe grupuri de cercetare din întreaga lume lucrează la dezvoltarea celor mai rigide [21].

Rețelele de senzori fără fir câștigă o mai mare atenție din partea comunității de cercetare și a profesioniștilor din industrie, deoarece aceste mici bucăți de "praf inteligent" oferă mari avantaje, datorită dimensiunii lor mici, consum redus de energie, integrare ușoară și suport pentru aplicațiile "verzi". Aplicațiile verzi sunt considerate un subiect fierbinte în mediile inteligente, de calcul omniprezente și generalizat [2].

Diverși senzori fără fir și prin cablu deservește funcții vitale în conștientizarea situației pentru Agricultură de Precizie și de monitorizare a acesteia. Atingerea integrării perfecte a acestor senzori eterogeni în sistemele de informații pentru a realiza interoperabilitatea provocatoare. Pentru a rezolva această problemă, a fost propusă în acest studiu o infrastructură integrată deschisă de suport a serviciului geospațial web-cibernetice fizice pentru a dobândi, integra, procesa și monitoriza informațiile din spațiul fizic al senzorilor din sistemul Agriculturii de Precizie [5].

Mai precis, imaginile realizate cu ajutorul platformelor de la înălțime mică pentru teledetecție sau sisteme aeriene mici fără pilot (UAS), se dovedesc a fi o alternativă potențială având în vedere costul și operare redusă în monitorizarea mediului ambiant, rezoluția spațială temporal ridicată. Deloc surprinzător, au existat mai multe studii recente în aplicarea imaginilor a UAS pentru Agricultură de Precizie. (A se vedea anexele 2-4) [33].

Evoluțiile amintite se confruntă cu o lipsă acută de specialități capabile să înțeleagă adevărata valoare a tehnologiilor geospațiale și informaționale, respectiv stăpânirea unor cunoștințe de bază în domeniul științelor economice, geodeziei, matematicii statistice și informaticii. Este și motivul pentru care, mai ales în țările în curs de dezvoltare cum Republica Moldova, TD, GIS, DSS sunt înțelese în mod superficial drept mijloace capabile „să rezolve totul” prin simpla manipulare a funcțiilor programelor de prelucrare a datelor [30].

Utilizarea tehnologiilor geospațiale și informaționale permite de a aprecia corect și cartă câmpurile, productivitatea lor și populațiile de dăunători. Aceste posibilități oferă avantaje esențiale în cercetări științifice și implementarea rezultatelor.

Managementul specific locului dat include utilizarea a patru elemente de bază:

1. Teledetecția (TD);
2. Sistemul Global de Poziționare (GPS);

3. Sistemul Informațional Geografic (GIS);
4. Sistemul Suport de Decizii (DSS) [17].

2.2. Teledetecție

Imaginile de teledetecție au fost identificate fiind ca cele mai adecvate surse de date cerințelor Agriculturii de Precizie. TD este o observație asupra unui obiect fără contact. Ea constă din măsurarea și înregistrarea energiei electromagnetice, care este reflectată de la suprafața pământului, prin utilizarea senzorilor atașați la avioane sau sateliți. Identificarea informației privind starea atmosferei se face în baza observațiilor obținute de la senzori. De obicei datele digitale sunt analizate mai eficient pentru clasificare și vizualizare prin utilizarea calculatoarelor [3].

Unii fermieri de acum obțin beneficii de la datele transmise de la sateliți prin teledetecție. Sateliții Landsat și SPOT au fost utilizați pentru evidențierea speciilor de plante și localizarea condițiilor de stress. Realizarea majorității datelor de teledetecție au fost bazate pe observările asupra ariilor culturilor agricole conform reflecției unor zone ale spectrului electromagnetic [20].

2.3. Sisteme informaționale de colectare și prelucrare a datelor (GPS)

Cercetările din ultimii ani au demonstrat, că cel mai bine aranjat pentru necesitățile Agriculturii de Precizie din punct de vedere a capacităților, prețului și efectului economic este Sistemul Global de Poziționare (GPS). Sistemul de poziționare este esențial pentru implementare în Agricultura de Precizie. GPS-ul este un system de localizare care oferă date extrem de precise pentru orice punct de pe planetă, pe orice vreme. [30]

Sistemul Global de Poziționare este un set de radio-navigație globală bazat pe un set de 24 de sateliți orbitali de altitudine înaltă (Figura 2.1.) [16].

Guvernul SUA a pus bazele originale pentru Agricultura de Precizie în 1983, când a anunțat deschiderea sistemului global de poziționare (GPS), un program de navigație prin satelit dezvoltat de armata SUA, pentru uz civil. La scurt timp după aceea, companiile au început a dezvolta ceea ce este cunoscut sub numele de "tehnologie cu rată variabilă", care permite agricultorilor să aplice îngrășăminte chimice la rate diferite de-a lungul unui câmp. După măsurarea și cartografierea caracteristicilor, cum ar fi nivelul de fosfor, de aciditate și conținutul de potasiu, fermierii determină cantitatea necesară de îngrășământ. Pentru cea mai mare parte, chiar și astăzi, câmpurile sunt testate manual, cu fermierii individuali sau angajați, se face colectarea de probe de la punctele prestabilite, prin ambalarea probelor în saci, și sunt transmise la laborator pentru analize. Apoi, inginerul agronom

crează o hartă corespunzătoare a îngrășămintelor recomandate pentru fiecare zonă destinată să optimizeze producția. După aceea, un distribuitor de îngrășămintă legat de GPS, aplică cantitatea selectată de nutrienți în fiecare locație .

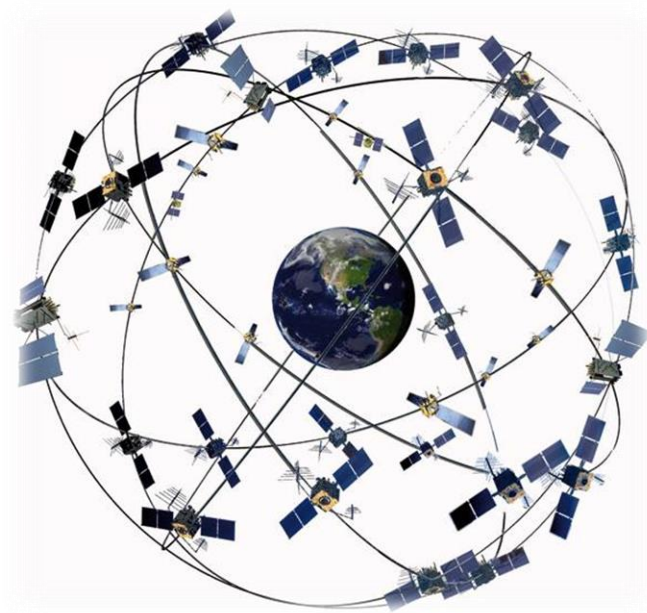


Fig 2.1. Constelația nominală de sateliți GPS [2]

Tot mai mult, fermierii încep să utilizeze această metodă, înlocuind barele luminoase cu sisteme de ghidare automată care se leagă de datele GPS la mecanismul de direcție al unui vehicul. Cu toate că un operator trebuie încă să se așeze pe echipament, aceasta poate fi realizată cu mâinile libere. Tehnologia a câștigat prima utilizare pe scară largă în anul 1990, în Australia, unde solurile sunt bogate în lut, plus o lipsă de congelare și decongelare a câmpurilor astfel, acestea nu sunt vulnerabile la compactare de către vehiculul cu roți. Fermele australiene utilizează GPS automat de orientare pentru a se concentra asupra traficului echipamentelor pe poteci înguste. În prezent, aproximativ 40 la suta din îngrășămintă și alte substanțe chimice agricole sunt aplicate cu ghidare automată în Statele Unite ale Americii [21].

Tehnologia GPS este utilizată aproape în orice domeniu de activitate. GPS a devenit o tehnologie eficientă și cu cost redus de operare. Receptoarele GPS variază puternic în calitate și preț. Această variabilitate depinde de precizia receptorului (Figura 3.1.). Odată cu scăderea vertiginosă a costului componentelor electronice, costul receptoarelor GPS v-a scădea considerabil, astfel încât receptoarele de mai mare precizie vor deveni din ce în ce mai accesibile. GPS, în combinație cu

tehnologiile moderne de telefonie celulară și GIS, v-a deveni o tehnologie indispensabilă în viitorul apropiat [30].

Alegerea unui receptor GPS și program de calculator GIS corespunzător este analogică alegerii unui instrument pentru alt lucru. Costul unui receptor GPS depinde de precizia și acuratețea măsurărilor. Receptoarele GPS costă de la 200 până la câteva mii de dolari SUA [14].



Fig. 3.1. Receptorul GPS eTrex Legend (stânga) și calculatorul portabil Trimble AgGPS®170 (dreapta)

Unii manageri de ferme chiar utilizează metodele GPS-ului pentru a păstra un ochi pe angajații lor în câmpuri, în special în fosta Uniune Sovietică și mai ales în Ucraina. Din moment ce cele mai mari ferme de acolo-multe dintre care au o suprafață de peste 100 mii de ari tind să se bazeze pe personalul angajat și nu-proprietari operatori, managerii agricoli urmăresc toate operațiunile pe teren în timp real. În cazul în care un tractor se oprește pentru mai mult timp, de exemplu, sediul central va observa și poate apela conducătorului auto pentru a întreba despre problemă. Tehnologia de urmărire, de asemenea, permite managerilor operatori, să vadă angajații care folosesc mașinile companiei în propriile lor ferme.

Tehnologizarea care va transforma cu adevărat agricultura așa cum știm că este robotica. Adoptarea rapidă de orientare - GPS-ul a permis utilizarea mașinilor agricole mai autonome, iar majoritatea producătorilor au testat deja versiuni ale tractoarelor fără șofer. Odată ce șoferul este scos din imagine, criteriile de proiectare pentru o piesă de echipament a fost schimbată radical: ea poate deveni mult mai mică [21].

2.4. Sisteme informaționale geografice (GIS) pentru agricultură

Un Sistem Informațional Geografic constă din date și programe de calculator destinate pentru analiza spațială. În cazul Agriculturii de Precizie, programele de calculator sunt destinate pentru

obținerea rezultatelor privind mărimea și calitatea recoltei și factorilor care afectează dezvoltarea plantelor. Acești factori includ fertilitatea solului, combaterea bolilor, dăunătorilor și buruienilor, distribuția precipitațiilor, temperatura, altitudinea etc. Mai mult, tehnologia GIS, asigură planificarea acțiunilor, necesare pentru eliminarea factorilor, care pot limita utilizarea, numărul sau cantitatea preparatelor chimice în agricultură, în prim rând, a pesticidelor prin prevenirea aplicării lor, când nu este necesitate [30].

Cu toate acestea datele geospațiale nu sunt doar pentru aratul în linii drepte. Timp de decenii, NASA și unii dintre omologii săi străini au încurajat fermierii să folosească imaginile de comunicații prin satelit. Alături de fotografiile aeriene, aceste imagini constituie baza pentru „sisteme de informații geografice”, care le permit agricultorilor să stocheze și să analizeze date spațiale. Tehnologia s-a dovedit a fi deosebit de utilă în zonele în care sunt disponibile date multianuale, deoarece permite producătorilor să împartă câmpurile mari în zone care primesc diferite cantități de semințe, îngrășăminte și erbicide [21].

Hopkins (2015) a definit Sistemele Informaționale Geografice ca programe de calculator destinate pentru a coordona datele generate în diferit timp și loc într-o hartă deplină. Acest program asigură interpretarea datelor variate cu scopul formării unei picturi detaliate a unui punct din câmp. Relațiile între unitățile din baza de date sunt estimate în coordonate pe Glob (UTM, longitudine / latitudine sau rețea de coordonate X, Y). Tehnologia GIS combină hărți digitale, funcții din baza de date și vizualizarea informației geografice. Ca și alte programe de calculator GIS nu poate confirma calitatea datelor introduse și interpretarea ieșirilor. Aceste funcții necesită un operator familiar cu informația digitală utilizată [10].

Există două categorii de date în GIS:

1. Date spațiale – sunt cele ce descriu forme geografice și poziții specifice în baza de date. Datele spațiale sunt reprezentate prin puncte, linii sau poligoane.
2. Datele atributive – descriu datele spațiale. De exemplu, granița câmpului prezintă un poligon și poate avea atribute caracteristici terenului, asolamentului sau irigației. Datele biologice de asemenea pot fi considerate ca date de atribuire a lotului examinat [30].

CAPITOLUL III. MODALITĂȚI DE UTILIZARE A AGRICULTURII DE PRECIZIE

Agricultura de Precizie este relativ o nouă parte a agriculturii. Este foarte important să se înțeleagă procesele plantelor. Înțelegerea în special a diverselor etape ale creșterii plantelor, inclusiv procesele interne, ce permit să se evalueze starea de sănătate a culturilor sau estimarea profitului [24].

Agricultura de Precizie, folosind practici care optimizează utilizarea semințelor, îngrășămintelor și a altor factori de producție. Aceste sisteme de management furnizează beneficii financiare considerabile agricultorilor precum și importante beneficii de mediu, inclusiv inversarea degradării solului, reducerea poluării fluviale, creșterea de sechestrare a carbonului și reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră [18].

Agricultura durabilă este o cale de practicare a agriculturii, care are ca scop optimizarea cunoștințelor și tehnologiilor pentru a atinge o stabilitate de lungă durată a producerii agricole, protecția mediului și securității consumatorului. Aceasta poate fi atinsă prin strategii de management, care ajută producătorii în selectarea hibrizilor și soiurilor, practici de conservarea solului, conservare a biodiversității și, managementul organismelor dăunătoare. Cu alte cuvinte, scopul agriculturii durabile este de a minimiza impactul negativ asupra mediului producând un nivel stabil de producere și profit [8].

Reieșind din analiza experienței mai multor țări, etapele de implementare a Agriculturii de Precizie pot fi:

1. Utilizarea conceptului de management local specific în agricultură. Acceptarea condiției, că câmpurile, alte unități de management, care erau tratate ca unitate integrată, mai departe trebuie să fie divizate în unități mai mici (parcele), omogene, care vor fi prelucrate conform necesităților individuale.
2. Definirea unităților mici. Evidențierea particularităților, în baza cărora câmpurile pot fi divizate în unități mai mici. Topografia și tipul de sol pot servi ca bază pentru subdiviziuni. Cartea câmpurilor conform cerințelor Agriculturii de Precizie.
3. Obținerea informației privind productivitatea unităților mici ale câmpurilor. Cel mai important este mărimea și calitatea recoltei pentru fiecare parcelă. Cartarea recoltei.
4. Indentificarea factorilor de restricție. Analiza fiecărei parcele privind principalii factori, care influențează mărimea și calitatea recoltei. Prin suprapunerea hărților obținute se v-a obține o hartă de performanță, care poate detecta în ce condiții vor fi obținute cele mai slabe rezultate.
5. Răspuns adecvat. Aplicarea acțiunilor corectate numai conform necesităților.

6. Evaluarea rezultatelor. Efectul economic și ecologic al aplicării elementelor din Agricultură de Precizie [27].

3.1. Tendințele utilizării datelor satelitare

În mod special, imaginile satelitare de înaltă rezoluție sunt acum mai frecvent utilizate pentru a studia variațiile culturilor agricole și a condițiilor de sol. Cu toate acestea, disponibilitatea și prețurile mari adeseori interzic pretinderea la o astfel de imagine, produsul alternativ pentru această aplicație deosebită în Agricultură de Precizie [33].

Diferitele platforme de teledetecție proximală sunt disponibile pentru monitorizarea multiscalată a unor culturi împarte sau câmpuri întregi. Detecția precisă și fiabilă a bolilor este facilitată prin metode foarte sofisticate și inovatoare de analiză a datelor derivate de la senzori care duc la noi descoperiri pentru sistemele complexe de plante-patogene [22].

Lățimea benzii spectrale în mod dramatic a scăzut odată cu apariția teledetecției hiperspectrale, permițând îmbunătățirea analizei compușilor specifici, interacțiunilor moleculare, stresul culturilor și caracteristicile culturilor biofizice sau biochimice. O multitudine de indici spectrali există acum pentru diversele aplicații în agricultura de precizie, mai degrabă nu se concretizează numai doar pe diferența indicilor normali ai vegetației. Rezoluția spațială a imaginilor din aer și a teledetecției prin satelit s-a îmbunătățit, de la 100 m până la precizia de sub-metru, care permite evaluarea proprietăților solului și a culturilor la o rezoluție spațială mică din contul cerințelor crescute de stocare și procesare a datelor. În prezent există un interes considerabil în colectarea datelor teledetecției, cu scopul ca în cel mai apropiat timp să fie lucrat solul, culturile și combaterea dăunătorilor [25].

În timp ce se termină foameta la nivel mondial este o ambiție laudabilă pentru agro-tehnologie, alta șoferul este scopul mai simplu de a face afaceri mai profitabile pentru fermieri, dintre care mulți se luptă pentru a gestiona fermele mai mari, cu mai puține mâini. "Ferma familială va dispărea", spune Mike Duncan, un scaun de cercetare în Științe ale Naturii și Consiliul de Cercetare și Inginerie în agricultura de precizie la Colegiul Niagara. Duncan, a cărui activitate presupune dezvoltarea de noi instrumente agriculturii de precizie în parteneriat cu comunitățile agricole, prezice, ferma viitorului nu prea îndepărtată, va fi în întregime controlată de la distanță [23].

Rezultatele acestor studii ar indica faptul că, pentru a oferi un produs final de încredere pentru agricultori, progresele în proiectarea platformei, producția, standardizarea imaginilor georeferențiale și mozaicarea, sunt necesare în fluxul de lucru. Mai mult decât atât, se propune că astfel de eforturi ar

trebui să implice agricultorul, special în procesul de proiectare a câmpului, căpătarea de imagini, de analiză și interpretare a lor [31].

Fermierii și complexe industriale agricole având în vedere modul de a profita cel mai bine de însăși colecțiile lor de date pentru a spori profiturile și de a face agricultura mai durabilă. În 2013, de exemplu, gigantul agricol Monsanto a achiziționat Corporația Climatică, un start-up fondat de doi absolvenți Google pentru a utiliza datele meteorologice și de sol pentru a crea planuri de asigurare pentru agricultori și să genereze recomandări pentru care soiurile de cultură sunt cele mai potrivite pentru un anumit lot de pământ [21].

3.2. Trăsătura spectrală a vegetației

Mai practic sunt senzorii care se uită la culoarea de plante pentru a determina nevoile lor nutriționale. Plantele cu prea puțin azot, de exemplu, au tendința de a se transforma în verde pal sau galben, în timp ce cele îndeustate par de culoare verde închis (A se vedea anexa 1). Mai multe companii din SUA și Europa au dezvoltat senzori care detectează lipsa de maturitate, măsurătorile generatoare care pot fi folosite pentru a crea să fie aplicată ulterior o hartă care recomandă diferite cantități de azot. În mod alternativ, măsurătorile pot fi direct legate de aplicatorul de azot pentru a modifica rata de aplicare în deplasare. Un tractor poate avea un senzor montat pe partea din față și un aplicator pe partea din spate; în momentul în care aplicatorul ajunge la un punct pe care senzorul tocmai a trecut, un algoritm a convertit citirile în setările pentru cât de mult îngrășământ să se aplice. Pentru că cercetarea în acest domeniu sa axat în principal pe așa culturi, cum ar fi grâu, orz, secară, ovăz. Conform unui studiu realizat de Universitatea Purdue 2013, doar șapte la suta din dealerii-agricoli de intrare oferă senzori de plante pentru culoare. Având în vedere numărul de start-up-uri în acest domeniu, cu toate acestea, este clar că mulți investitori văd tehnologia ca o mină de aur [21].

Depistarea și diagnosticarea exactă a bolilor plantelor timpurii sunt factori-cheie în producția vegetală și reducerea atât a pierderilor calitative și cantitative cât și a randamentului culturilor [22].

În acest studiu, imaginile RGB a planetei au fost traduse pentru diferența indecelui normalizat de vegetație (NDVI): o valoare comună pentru condiții și creșterea vegetației. Sistemul utilizează o abordare la extragerea datelor, pentru a construi un set de reguli pe baza modelelor de regresie, care se referă la datele RGB atmosferice corectate de Landsat-8 NDVI [11].

Tehnicile optice, cum ar fi imagini RGB și senzori hiperspectrali, termografia, sau fluorescența clorofilei, s-a dovedit potențialul lor în sistemele de detectare a reproductibilității pentru identificarea și

cuantificarea automatizată a bolilor plantelor, obiectiv, și momentan în timpul epidemiei. Recent, în scanarea 3D de asemenea a fost adăugată o analiză optică care furnizează informații suplimentare cu privire la vitalitatea plantelor de cultură [22].

Variabilitățile spațiale și temporale a condițiilor de sol și de creștere a culturilor sunt bine documentate. AP utilizează informații și tehnologii geospațiale pentru a gestiona această variabilitate cu o precizie mai mare. Metodele intensive de prelevare a probelor de sol, monitoarele productivității, dar și senzori pentru sol și de plante pot fi folosiți a identifica când și cât de mult persistă variabilitate în câmp. Rolul agronomul este de a analiza variabilitatea în cadrul câmpului, în scopul de a determina cel mai bun mod de gestionare. Sunt disponibile două abordări principale pentru variabilitatea culturilor și a solului: (1) cererile cu rată variabilă (VRA) și (2) zonele de management (MZ) [4].

3.3. Aplicarea cu precizie a preparatelor de uz fito-sanitar

Erbicidele sunt utilizate pe scară largă pentru combaterea buruienilor în agricultura modernă. Cu toate acestea, utilizarea de erbicide introduce un impact negativ asupra mediului din cauza utilizării excesive a lor. Bazat pe principiile Agriculturii de Precizie, trebuie să fie efectuat un tratament unic și precis de aprovizionare cu erbicide pentru o anumită suprafață în producția de culturi. Obiectivul acestei cercetări este acela de a dezvolta un sistem de suport decizional (DSS) pentru programarea de pulverizare a buruienilor și pentru selectarea dimensiunii corespunzătoare a duzei la pulverizatoare, care v-or introduce un impact negativ minim mediului. Setul principal necesar pentru sistemul nostru propus include în sine date meteo pentru 10 ani, obținute cu ajutorul teledetecției (NOAA și TRMM), precum și un indice a vegetației de la MODIS [28].

Astfel, utilizarea acestui sistem, implică cultivarea mai precisă, aplicarea de îngrășăminte, irigare, și utilizarea pesticidelor, în scopul de a optimiza producția agricolă, creșterea veniturilor și protejarea mediului înconjurător [4].

Având cartate populațiile dăunătorilor și recolta, pesticidele și fertilizanzii pot fi aplicați în fiecare punct conform necesităților. Programele de calculator GIS pot fi conectate la echipamentul de aplicare și utilizate pentru corectarea dozei. Există date suficiente, care indică, că așa tehnologii îmbunătățesc sistemul de combatere a organismelor dăunătoare odată cu reducerea aplicării pesticidelor [19].

O tehnologie promițătoare este utilizarea stropitoarelor cu injector, care dispersează pesticidele la doză necesară în conducta de apă a stropitoareii. Landers a evidențiat următoarele avantaje ale stropitoarelor cu injecție:

- Reducerea poluării mediului datorită eliminării necesității de spălare a cisternelor și țevelor;
- Reducerea contaminării operatorilor, ce are loc la stropitoarele convenționale. Pesticidele vor fi ambalate în containere 35 litri și conectate la pompa de injecție a pesticidelor, rezultând o sistemă închisă.
- Controlorul electronic poate pompa cantitatea necesară de pesticide în dependență de necesități. Pompa de injecție poate fi închisă sau deschisă în dependență de prezența buruienilor;
- Cantitatea de pesticide poate fi ajustată în timpul mișcării, ce asigură de a aplica doze mai mari în cazul unei infestări mai puternice [19].

3.4. Majorarea productivității în agricultură

Creșterea productivității agriculturii prin mecanizarea proceselor și managementul tehnic au devenit factori importanți în menținerea echilibrului între producerea de produse agricole și necesitățile populației. Totodată, aplicarea elementelor nutritive și combaterea organismelor dăunătoare v-a continua să fie o verigă critică între producerea resurselor alimentare și durabilitatea agriculturii. În cuplu cu necesitățile creșterii productivității, fermierii sunt impuși de a produce mai multe produse alimentare cu effect minim asupra mediului, parallel cu reducerea aplicării substanțelor poluante. Fermierii sunt în fața dilemei de a ridica productivitatea și, în același timp, de a reduce cheltuielile și a asigura protecția mediului ambiant.

În acest context, activitățile strategice la nivel de țară trebuie să fie cordonate în aspectul managementului resurselor terenurilor agricole, planificarea utilizării terenurilor, inclusiv evaluarea și interpretarea informației despre sol, utilizarea terenurilor, integru cu resurse agroclimatice, necesitățile culturilor și alți factori de mediu, care influențează potențialul de producere, cu scopul de a determina limitele și potențialul producerii agricole [30].

Utilizarea practicilor Agriculturii de Precizie permite fermierilor să extragă o valoare cât mai înalt posibil din fiecare sămânță. Asta ar trebui să ajute pentru a hrăni populația de pe glob, care după proiectele ONU vor ajunge la 9,6 miliarde până în 2050. Totodată aceste practici au menirea, de asemenea, de a minimiza impactul asupra mediului, deoarece reduce cantitatea de deșeuri și consumă

mai puțină energie. Iar efectele sale se extind mult dincolo de producția de culturi anuale, cum ar fi grâul și porumbul, cu potențialul de a revoluționa modul în care oamenii monitorizează și gestionează vii, livezi, animale și păduri. Într-o zi, s-ar putea chiar permite agricultorilor să depindă de roboți pentru a evalua, fertiliza și alimenta cu apă fiecare plantă, eliminându-se astfel corvoada care a caracterizat agricultura de la invenția sa [21].

Agricultura durabilă este o cale de practicare a agriculturii, care are ca scop optimizarea cunoștințelor și tehnologiilor pentru a atinge stabilitate de lungă durată a producerii agricole, protecției mediului și securității consumatorului. Aceasta poate fi atins prin strategii de management, care ajută producătorii în selectarea hibrizilor și soiurilor, practici de conservare a solului, conservare a biodiversității, și sisteme de management a organismelor dăunătoare. Cu alte cuvinte, scopul agriculturii durabile este de a minimaliza impactul negativ asupra mediului producând un nivel stabil de producere și profit [8].

Momentul este corect. Până în 2050, populația globului va ajunge la 9,6 miliarde, la care producția de alimente va trebui să crească cu 70%, pentru a stăvi foamea larg răspândită. "Sunt atât de mulți acri arabili la nivel global", spune Joseph Regan, managerul partener Guelph, Ontario, Firma VC BioEnterprise Capital. "Când te uiți la acea ecuație, inovația este într-adevăr singura modalitate de a crește randamentul" [23].

3.5. Reducerea cheltuielilor, precum și impactul asupra mediului

Agricultura de Precizie presupune, că pe o serie specifică a câmpului, cantitatea fertilizanților introduși trebuie să corespundă mărimii recoltei. Acesta reduce nu numai cheltuielile, dar și spălarea excesului de fertilizanți în apa de suprafață. Pe solurile cu conținut mic de materie organică poate fi redusă doza de aplicare a pesticidelor. Este necesar de elaborat echipament capabil de a asigura aplicarea variabilă a fertilizanților și pesticidelor cu conectare a sistemelor GPS și se mărește necesitatea de a cartografi loturile pentru identificarea necesităților pentru arii specifice. Acest echipament trebuie să fie activ din punct de vedere economic pentru a asigura implementarea tehnologiilor noi [30].

În timpul de față multe stropitoare au capacitatea de a schimba doza aplicării pesticidelor în dependență de mărimea copacilor în livadă prin utilizarea diferitor senzori. Pentru copacii mici sunt activate numai pulverizatoarele de jos. În caz, dacă sunt lipse de copaci în rând, stropirea este oprită. Aceasta permite de a reduce cheltuielile și cantitatea de pesticide la 30-40% [17].

Cultura de mare valoare, cum este cartoful (*Solanum tuberosum* L.), este recunoscută în calitate de bun candidat pentru adoptarea Agriculturii de Precizie din cauza costului ridicat al intrărilor. În plus, sensibilitatea culturii de cartof și de calitate pentru gestionarea culturilor și condițiile mediului înconjurător face o precizie importantă din punct de vedere economic [4].

Uneltele agricole necesită multă energie pentru pompele hidraulice și ventilatoare care, inițial, pentru început a fost furnizat de sistemul de putere (PTO), prin care se pierdea o mare cantitate de energie. Obiectivele acestei lucrări au ca scop proiectarea și evaluarea unui sistem energetic hibrid, inclusiv eliminarea generatoarelor de curent alternativ de la tractor și modificarea uneltelor agricole, pentru a înlocui puterea PTO cu energie electrică, cu ajutorul pompelor și ventilatoarelor mici. Aceste modificări au îmbunătățit consumul de energie și reducerea emisiilor poluatoare în atmosferă de la motorul cu ardere internă. Sistemul energetic hibrid folosește originalul motor cu ardere internă a tractorului în combinație cu noul sistem de energie electrică, care este compus din celule de combustibil de hidrogen. O analiză a gazelor evacuate cu ajutorul motorului cu ardere internă ca sursă de energie unică și utilizarea sistemului energetic hibrid au arătat o reducere a emisiilor de aproape 50% pentru cel mai bun caz [6].

Modificări substanțiale și rapide în domeniul practicilor de gestionare a terenurilor agricole sunt realizate în mai multe țări de pe toate cele cinci continente locuite:

- Conservarea agriculturii, care cuprinde practici ce evită sau reduc la minim perturbarea mecanică a solului;
- Agricultura de precizie, folosește practici care facilitează utilizarea semințelor, îngrășămintelor și a altor factori de producție.

Aceste sisteme de management furnizează beneficii considerabile financiare agricultorilor precum și importante beneficii de mediu, inclusiv inversarea degradării solului, reducerea poluării fluviale, creșterea de sechestrare a carbonului și reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră. Natura și amploarea acestor beneficii trebuie să fie măsurate și monitorizate în diferite medii agro-ecologice și socio-politice [18].

Înțelegerea problemelor de poluare a mediului și necesitatea de reducere a conținutului de pesticide în produsele alimentare a condus la creșterea cerințelor legislației privind utilizarea pesticidelor. Guvernul Suediei și Norvegiei au redus prin lege utilizarea pesticidelor cu 50%. Guvernul Suediei a introdus taxe pentru fiecare tratament cu pesticide. În Danemarca Guvernul a interzis

utilizarea componentelor activi ai pesticidelor până în anul 1990 cu 25% și mai departe reducere cu 25% până în 1997. În Olanda se prevede o reducere similară a utilizării pesticidelor cu 50% [30].

CONCLUZII

- În agricultură se înlocuiește munca fizică cu cea intelectuală, cu reducere de resurse umane până la valoarea unitară pe o fermă (complet cibernetizată), cu o ergonomie cognitivă de excelență și o productivitate extrem de crescută.
- Conceptul agriculturii de precizie, oferă premize de sporire a productivității, reducere a cheltuielilor de producție și minimizare a efectelor negative asupra mediului.
- Dezvoltarea de tehnologii de economisire a resurselor în agricultură va permite industriei să ajungă la un nivel calitativ nou de producție, care permite (în anumite schimbări în politica guvernamentală, sprijinirea agriculturii), fermierii pentru a concura cu întreprinderile străine.
- Conservarea Agriculturii de Precizie dovedește de a fi un instrument foarte potrivit pentru a crește productivitatea în special pentru agricultorii săraci în resurse, îmbunătățirea semnificativă a securității alimentare, mijloacele de trai și a veniturilor.
- Agricultura de Precizie poate salva doar lanțul alimentar la nivel mondial, creând unul dintre cele mai fierbinți sectoare în tehnologie și oportunități majore pentru inovatori.
- Este posibil să ne imaginăm exploatațiile agricole într-o zi umplute cu sute de roboți mici autonomi, care fac totul începând de la plantare până la recoltare.
- Agricultorii nu trebuie să știe cum pesticidele a ucis insectele sau modul în care un tractor pe benzină a lucrat; au nevoie doar să știe cum să pulverizeze chimic sau conduce vehiculul.
- GPS de ghidare a devenit atât de răspândit: fermierii nu trebuie să-l înțeleagă ci să-l folosească. Odată ce acest lucru se întâmplă, lumea va vedea doar câștiguri uriașe în productivitate. Ei vor vedea o schimbare fundamentală în istoria agriculturii: agricultură fără agricultori.
- Deoarece Agricultura de Precizie se află doar la stadia inițială de adaptare, este necesară o analiză ruguroasă a impactului. Agricultura de Precizie poate simultan să îmbunătățească profitabilitatea gospodăriilor agricole și să reducă impactul negativ asupra mediului. Această concluzie reiese din aplicarea precisă a preparatelor chimice conform necesităților.
- Tinderea și gradul de schimbare a dezvoltării tehnologiilor informaționale au deschis o cale nouă pentru managementul producerii agricole și luarea deciziilor.

BIBLIOGRAFIE

1. ANISI, Mohammad et al. A survey of wireless sensor network approaches and their energy consumption for monitoring farm fields in precision agriculture. In: *Precision Agriculture*. [on-line], Apr2015, Vol. 16 Issue 2, p216-238. 23p. [citat 8 noiembrie 2016]. Disponibil: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=1c8bb13ac8254e8bb98cd6429a76b311%40sessionmgr102&vid=0&hid=116&bdata=Jmxhbm9cm8mc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=27217156&db=aph>
2. AQUINO-SANTOS, Raúl et al. Developing a New Wireless Sensor Network Platform and Its Application in Precision Agriculture. In: *Sensors* (14248220). [on-line], 2011, Vol. 11 Issue 1, p1192-1211. 20p. 1 Color Photograph, 4 Diagrams, 1 Chart, 2 Graphs. [citat 8 noiembrie 2016]. Disponibil: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=91c674ab8ad647849676fd32e37130f4%40sessionmgr4010&vid=0&hid=4214&bdata=Jmxhbm9cm8mc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=117159009&db=aph>
3. BARRET, E.C., CURTIS, L.F. *Introduction to Environment Remote Sensing*. Ed. Chapman and Hall, 1976. 336 P. ISBN 0470989599, 9780470989593
4. CAMBOURIS, A. et al. Precision Agriculture in Potato Production. In: *Potato Research*. [on-line], Dec2014, Vol. 57 Issue 3/4, p249-262. 14p. [citat 8 noiembrie 2016]. Disponibil: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=f72ba2eaa8254394a8d3f552640e6db2%40sessionmgr120&vid=0&hid=124>
5. CHEN, Nengcheng et al. Integrated open geospatial web service enabled cyber-physical information infrastructure for precision agriculture monitoring. In: *Computers & Electronics in Agriculture*. [on-line], Feb2015, Vol. 111, p78-91. 14p. [citat 8 noiembrie 2016]. Disponibil: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=76ecd1df7d104f41a9edabe6643a8ee8%40sessionmgr103&vid=0&hid=116&bdata=Jmxhbm9cm8mc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=100980553&db=aph>
6. EMMI, Luis, BENAVIDES, Carmen et al. Reducing air pollution with hybrid-powered robotic tractors for precision agriculture. In: *Biosystems Engineering*. [on-line], Mar2016, Vol. 143, p79-94. 16p. [citat 8 noiembrie 2016]. Disponibil: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=734fbb16de1b40de9691108d0b9227ea%40sessionmgr4007&vid=0&hid=4109&bdata=Jmxhbm9cm8mc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=113189829&db=aph>

7. FLEISCHER S.J. et al. Sampling in precision IPM: When the objective is a map. In: *Phytopathology*. [on-line], 1999, Vol. 89. PP. 1112-1118 [citat 9 noiembrie 2016]. Disponibil: <http://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHYTO.1999.89.11.1112>
8. GAMEDA S. et al. Farm Level Indicators of Sustainable Land Management for the Development of Decision Support System. In: *ITC Journal*. [on-line], 1997, 3/4 PP. 35-44 [citat 9 noiembrie 2016]. Disponibil: <http://wgbis.ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/LM/SUSLUP/Thema1/35/35.pdf>
9. HEDLEY, Carolyn. The role of precision agriculture for improved nutrient management on farms. In: *Journal of the Science of Food & Agriculture*. [on-line], Jan2015, Vol. 95 Issue 1, p12-19. 8p. [citat 8 noiembrie 2016]. Disponibil: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=7d364d8eee884e2f85a128fec5e8f23c%40sessionmgr4007&vid=0&hid=4109&bdata=Jmxhbm9cm8mc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=99412542&db=aph>
10. HOPKINS, M. Precision Agriculture: Terms And Definitions. [on-line], October 20, 2015, [citat 9 noiembrie 2016]. Disponibil: <http://www.precisionag.com/professionals/precision-agriculture-terms-and-definitions/>
11. HOUBORG, Rasmus, MCCABE, Matthew F. High-Resolution NDVI from Planet's Constellation of Earth Observing Nano-Satellites: A New Data Source for Precision Agriculture. In: *Remote Sensing*. [on-line], Sep2016, Vol. 8 Issue 9, p1-19. 19p. [citat 8 noiembrie 2016]. Disponibil: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=e1e4ee2778714c278dea009dd7dcc572%40sessionmgr4008&vid=0&hid=4214&bdata=Jmxhbm9cm8mc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=118431116&db=aph>
12. <http://www.eagleuavservices.com/precision-agriculture/>
13. <http://www.monitor.si>
14. <https://www.trimble.com>
15. HU Jingtao, GAO Lei et al. Review of research on automatic guidance of agricultural vehicles. In: *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*. [on-line], May2015, Vol. 31 Issue 10, p1-10. 10p. [citat 8 noiembrie 2016]. Disponibil: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=e4036e82690f4c538176678a86af3f70%40sessionmgr120&vid=0&hid=124&bdata=Jmxhbm9cm8mc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=103060356&db=aph>

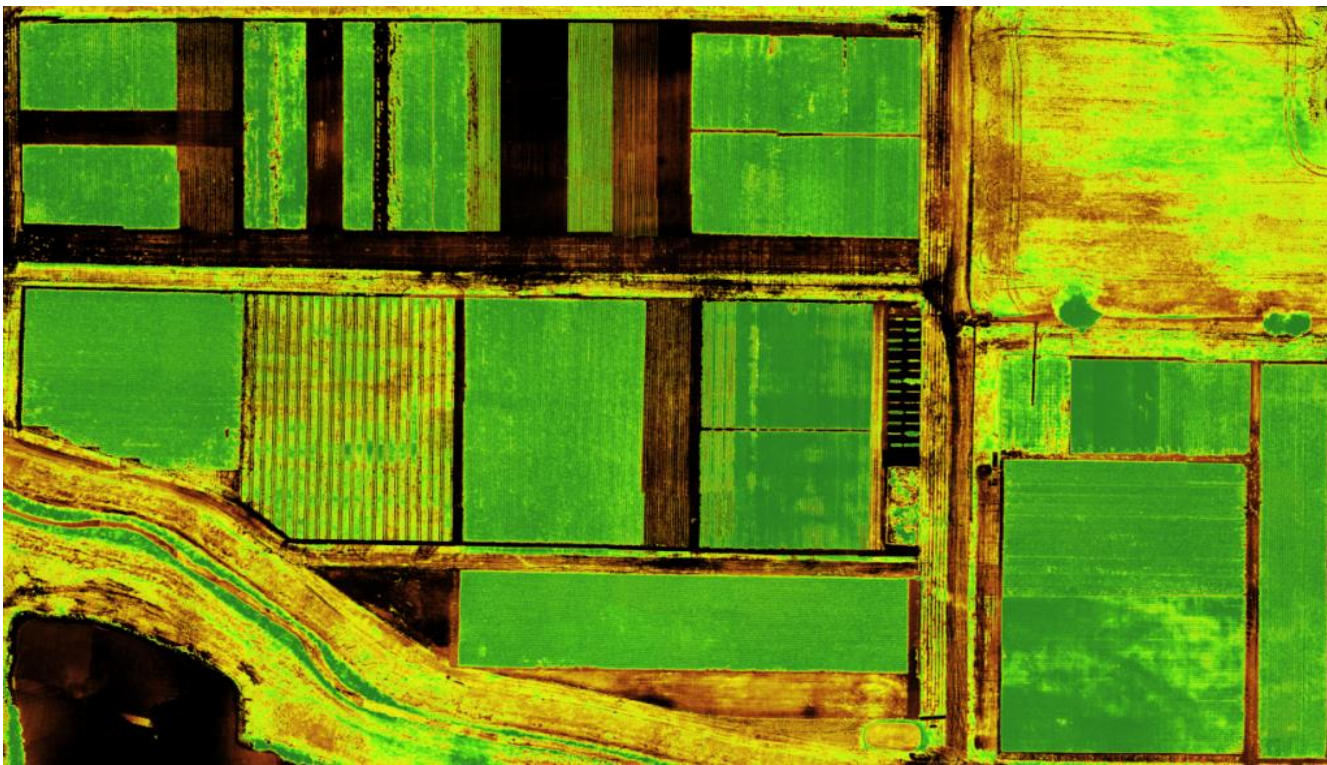
16. JEFF, H. GPS: A guide to the Next Utility. Trimble Navigation Ltd., USA. 1989. PP. 7-8.
ISBN-13: 978-9992537015 9992537019
17. JENRICH, Michael. Potential of precision conservation agriculture as a means of increasing productivity and incomes for smallholder farmers. In: *Journal of Soil & Water Conservation*. [on-line], Nov/Dec2011, Vol. 66 Issue 6, p171A-174A. 4p. [citat 8 noiembrie 2016].
Disponibil:
<http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=25713df87b6f4dccb304853875b2bf5d%40sessionmgr4010&vid=0&hid=4214&bdata=Jmxhbm9cm8mc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=87293185&db=aph>
18. KASSAM, Amir, BRAMMER, Hugh. Environmental implications of three modern agricultural practices: Conservation Agriculture, the System of Rice Intensification and Precision Agriculture. In: *International Journal of Environmental Studies*. [on-line], Oct2016, Vol. 73 Issue 5, p702-718. 17p. 6 Color Photographs, 2 Charts, 1 Graph. [citat 8 noiembrie 2016].
Disponibil:
<http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=7df7b3368a1f4961baa2402faf5e7f2c%40sessionmgr4009&vid=0&hid=4214&bdata=Jmxhbm9cm8mc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=100145963&db=aph>
19. LANDERS, A.J. Computers Aided Pesticide Application (CAPA) – a spraying system for the futures. In: *Agricultural Engineering*, Autumn, 1992. PP. 68-70 ISSN : 0308-5732
20. LEE, Y. J., CHANG, K. W. et al. A handy imaging system for precision agriculture studies. In: *International Journal of Remote Sensing*. [on-line], Nov2007, Vol. 28 Issue 21, p4867-4876. 10p. 1 Color Photograph, 4 Black and White Photographs, 1 Diagram. [citat 8 noiembrie 2016].
Disponibil:
<http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=ba88baf2003b4e7fb9e4beffaa8bcb18%40sessionmgr102&vid=0&hid=118&bdata=Jmxhbm9cm8mc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=27217156&db=aph>
21. LOWENBERG-DEBOER, Jess. The Precision Agriculture Revolution. In: *Foreign Affairs*. [on-line], May/Jun2015, Vol. 94 Issue 3, p105-112. 8p. 1 Color Photographs [citat 8 noiembrie 2016].
Disponibil:
<http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=6b8c472c80de4cc0891066c192341f2f%40sessionmgr101&vid=0&hid=124&bdata=Jmxhbm9cm8mc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=102116863&db=aph>

22. MAHLEIN, Anne-Katrin. Plant Disease Detection by Imaging Sensors - Parallels and Specific Demands for Precision Agriculture and Plant Phenotyping. In: *Plant Disease*. [on-line], Feb2016, Vol. 100 Issue 2, p241-251. 11p. [citat 8 noiembrie 2016]. Disponibil: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=98265abf20e84dccac86881290e58af7%40sessionmgr103&vid=0&hid=116&bdata=Jmxhbmc9cm8mc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=67788962&db=aph>
23. MCINTYRE, CATHERINE. SMARTER FARMING. In: *Canadian Business*. [on-line], Fall2016, Vol. 89 Issue 12, p8-9. 2p. [citat 8 noiembrie 2016]. Disponibil: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=d384ec6155bf4074add6d98ea7e86aa1%40sessionmgr104&vid=0&hid=124&bdata=Jmxhbmc9cm8mc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=118319530&db=aph>
24. MIŘIJOVSKÝ, Jakub, BRUS, Jan et al. EVALUATION OF THE DEVELOPMENT AGRICULTURAL PLANTS FOR PRECISION FARMING BASED ON REMOTE SENSING METHODS. In: *Proceedings of the International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM*. [on-line], 2015, Vol. 4, p1051-1058. 8p. [citat 8 noiembrie 2016]. Disponibil: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=478def92948a4aea85db6e870b755ca1%40sessionmgr103&vid=0&hid=116>
25. MULLA, David J. Twenty five years of remote sensing in precision agriculture: Key advances and remaining knowledge gaps. In: *Biosystems Engineering*. [on-line], Apr2013, Vol. 114 Issue 4, p358-371. 14p. [citat 8 noiembrie 2016]. Disponibil: http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=691ccf1499b6462d84669e4d85c54639%40sessionmgr4006&vid=0&hid=4109&bdata=Jmxhbmc9cm8mc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=86025145&db=ap_h
26. OLIVER, Margaret A. Precision agriculture and geostatistics: How to manage agriculture more exactly. In: *Significance*. [on-line], Apr2013, Vol. 10 Issue 2, p17-22. 6p. 8 Color Photographs. [citat 8 noiembrie 2016]. Disponibil: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=572d258ec15e455da5dd7dcc89b7228c%40sessionmgr101&vid=0&hid=116&bdata=Jmxhbmc9cm8mc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=103287465&db=aph>
27. PRECISION AGRICULTURE ÎN THE 21 ST CENTURY. Committe on Assessing Crop Yeld: Site-Specific Farming, Information System, and Research Opportunities. NATIONAL ACADEMY PRESS. Washhington. D.C. 1997. ISBN 978-0-309-05893-3

28. SAMPURNO, Rizky M. et al. Weed Control Decision Support System Based on Precision Agriculture Approach. In: *Telkomnika*. [on-line], Jun2014, Vol. 12 Issue 2, p475-484. 10p. [citat 8 noiembrie 2016]. Disponibil: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=62afe1b468304e3d9b0ff6572da64a9f%40sessionmgr104&vid=0&hid=124&bdata=Jmxhbm9cm8mc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=111333878&db=aph>
29. TEMIZEL, K. E. Mapping of some soil properties due to precision irrigation in agriculture. In: *Agronomy Research*. [on-line], 2016, Vol. 14 Issue 3, p959-966. 8p. [citat 8 noiembrie 2016]. Disponibil: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=b4b07f2b246146e397773d1f934da9c1%40sessionmgr4008&vid=0&hid=4214&bdata=Jmxhbm9cm8mc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=108654170&db=aph>
30. TODIRĂȘ V. A. Agricultura de Precizie: Tehnologii geospațiale și informaționale în managementul culturilor agricole. Chișinău, 2003, ISBN 9975-78-230-2, PP. 179.
31. VANDERMIR, J. H, PERFECTO I. The agroecosystem: A need for the conservation biologist's lens. In: *Conservation Biology*. [on-line], 1997, Vol. 11. P.591-592 [citat 9 noiembrie 2016]. Disponibil: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1523-1739.1997.07043.x/epdf>
32. XIA Zhao-jun et al. Research and implementation of wireless sensor network in precision agriculture. In: *Journal of Mechanical & Electrical Engineering*. [on-line], Mar2015, Vol. 32 Issue 3, p439-442. 4p. [citat 8 noiembrie 2016]. Disponibil: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=10ff13ef611e43aeb80774ce72cd26f7%40sessionmgr102&vid=0&hid=124&bdata=Jmxhbm9cm8mc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=103076415&db=aph>
33. ZHANG, Chunhua, KOVACS, John. The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture: a review. In: *Precision Agriculture*. [on-line], Dec2012, Vol. 13 Issue 6, p693-712. 20p. 3 Color Photographs. [citat 8 noiembrie 2016]. Disponibil: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=e68b1396e82548098b0fe7fb18432b17%40sessionmgr4006&vid=0&hid=4109&bdata=Jmxhbm9cm8mc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=83171190&db=aph>
34. БОИНЧАН, Борис. Экологическое земледелие в Республике Молдова. – Ch.: Știința, 1999. – 270p. – ISBN 9975-67-127-6

ANEXE

Anexa 1 AP imagine NDVI [12]



Anexa 2 Exemple de UAS utilizate în prezent în studii de mediu care incluzând în sine un planor cu motor (A), parașută cu motor (B), cu elicopterul (C), aeronave cu aripă fixă(nemișcată) (D), quadcopter Draganflyer X8 și quadcopter Aeryon Scout. [33]



Anexa 3. Exemple de stații de control UAS: o stație de comandă pentru Aeryon Scout UAS (A), controler pentru UAS Draganflyer X8 (B). [33]



Anexa 4. Localizarea lacunele de irigații pentru un câmp din vestul Nipissing, Canada. Imaginea captată la 120 m înălțime, folosind un Aeryon Scout UAS. zonele uscate, adică lipsite de acoperire, sunt prezentate în ton luminos. [33]



DECLARAȚIE
privind asumarea răspunderii

Subsemnatul Radu Vasile, absolvent a Universității se Stat „Alec Russo”, din Bălți, Facultatea Științe Reale, Economice și ale Mediului, specialitatea ecologie, înscris la examenul de licență declar pe propria răspundere că lucrarea de față este rezultatul muncii mele, pe baza cercetărilor mele, și pe baza informațiilor obținute din surse care au fost citate și indicate, conform normelor etice, în note și bibliografii.

Declar că nu am folosit în mod tacit sau ilegal munca altora, și că nici o parte din lucrare nu încalcă drepturile de proprietate intelectuală ale altcuiva, persoană fizică sau juridică.

Declar că lucrarea nu a mai fost prezentată sub această formă vreunei instituții de învățământ superior în vederea obținerii unui grad sau titlu științific ori didactic.

Data_____

Semnătura_____