

# Tehnologii de trasabilitate în sectorul agroalimentar

Eleonora TUDORA, Eugenia TÎRZIU

Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Informatică – ICI București

B-dul Mareșal Averescu nr. 8-10, 011455, București, România

eleonora.tudora@ici.ro, eugenia.tirziu@ici.ro

**Rezumat:** Odată cu globalizarea industriei alimentare, trasabilitatea a devenit un factor important pentru sectorul agroalimentar. Prin urmare, devine importantă necesitatea unui sistem fiabil de identificare și urmărire pentru garantarea siguranței și calității alimentelor care ajung la consumatori. Totuși, actuala piață destinată tehnologiilor de urmărire este frânată de numeroși factori precum: costul ridicat, scepticismul privind eficiența și responsabilitatea tehnologiei. Acest articol oferă o imagine de ansamblu asupra tehnologiilor relevante de trasabilitate a alimentelor disponibile pe piață și o descriere a caracteristicilor acestora. Pentru a contribui la elaborarea și punerea în aplicare a tehnologiilor adecvate necesare, conceptele și implicațiile trasabilității în sectorul agroalimentar trebuie să fie bine înțelese de către consumatori. Scopul acestei lucrări este de a evidenția importanța tehnologiilor de trasabilitate în sectorul agroalimentar.

**Cuvinte cheie:** Trasabilitate, tehnologii de trasabilitate, RFID, sectorul agroalimentar.

## Traceability Technologies in the Agri-food Sector

**Abstract:** With the globalization of the food industry, traceability has become an important factor for the agri-food sector. Therefore, it is important to have a reliable identification and tracking system to guarantee the safety and quality of food that reaches consumers. However, the current tracking technology market is restrained by many factors such as high cost, skepticism about efficiency and technology responsibility. This article provides an overview of the relevant food traceability technologies available on the market and a description of their characteristics. In order to contribute to the development and implementation of appropriate technologies, the concepts and implications of traceability in the agri-food sector must be well understood by consumers. The purpose of this paper is to discuss the importance of traceability technologies in the agri-food sector.

**Keywords:** Traceability, traceability technologies, RFID, agri-food sector.

### 1. Introducere

O provocare importantă și reală este menținerea siguranței și calității alimentelor în sectorul agroalimentar. În prezent, consumatorii solicită garanții de transparență și siguranță în toate activitățile asociate cu asigurarea calității alimentelor. Trasabilitatea este considerată un instrument puternic care poate fi folosit pentru respectarea cerințelor de calitate și siguranță alimentară a produselor.

Trasabilitatea este o strategie de prevenție în managementul calității și siguranței alimentare. Cu toate acestea, atunci când apar pericole sau amenințări alimentare, un sistem de trasabilitate bun va facilita rechemarea în timp util a produselor și determinarea răspunderii. Capacitatea de urmărire completă în orice etapă a lanțului alimentar este considerată critică pentru abordarea încrederii consumatorilor și a îngrijorării generale a populației cu privire la creșterea incidenței deceselor și a îmbolnăvirilor legate de alimentație, care au reprezentat probleme majore de sănătate publică în țările dezvoltate [19].

Evoluția sistemelor de trasabilitate s-a bazat pe introducerea TIC și pe dezvoltarea de noi tehnologii de trasabilitate. Identificarea prin radiofrecvență (RFID) este una dintre cele mai importante tendințe de cercetare din sectorul alimentar pentru monitorizarea trasabilității. RFID este o tehnologie care ajută la îmbunătățirea gestionării fluxului de informații în interiorul lanțului de distribuție și a securității în sectorul agroalimentar.

Necesitatea unui sistem fiabil de identificare și de urmărire este esențială pentru a asigura siguranța și calitatea alimentelor care ajung la consumatori. În acest articol sunt definite principalele noțiuni și concepte ale trasabilității și prezentate tehnologiile care susțin trasabilitatea în sectorul agroalimentar.

## 2. Definiții și concepte de trasabilitate în sectorul agroalimentar

Conform prevederilor „Codex Alimentarius”, *trasabilitatea/urmărirea produsului* reprezintă capacitatea de a urmări traseul produsului alimentar de-a lungul etapelor de producere, procesare și distribuție.

În anul 1987, în standardul ISO 8402 a fost dată prima definiție internațională a trasabilității ca fiind „aptitudinea de a regăsi istoricul, utilizarea sau localizarea unei entități prin intermediul identificărilor înregistrate”. Entitatea poate indica: o activitate, un produs, un proces sau o persoană [6].

*Trasabilitatea* este o cerință obligatorie pentru sectorul agroalimentar în multe țări, aducând multe beneficii, cum ar fi creșterea siguranței clienților și, astfel, încrederea lor și controlul repercusiunilor retragerii de mărfuri [9, 18]. În Regulamentul Comunității Europene nr. 178/2002 [4], trasabilitatea produselor alimentare dispune de o procedură strict reglementată. Afacerile din sectorul alimentar ar trebui să permită identificarea exactă a originii fiecărui produs alimentar prin toate etapele de producție și de distribuție.

Trasabilitatea în sectorul agroalimentar se referă la achiziționarea, documentarea, întreținerea și aplicarea informațiilor referitoare la toate procesele din întregul lanț de distribuție, pentru a oferi consumatorilor și altor părți interesate informații legate de originea, localizarea și istoricul unui produs [21], [19].

O definiție informativă și cuprinzătoare a trasabilității produselor alimentare este oferită de Bosona și Gebresenbet [2]: "Trasabilitatea alimentară este definită ca o parte a managementului logistic care culege, stochează și transmite informații adecvate despre un produs alimentar, în toate etapele lanțului de distribuție cu alimente, astfel încât produsul să poată fi verificat pentru siguranța și controlul calității, urmărit ascendent și descendent oricând".

Trasabilitatea trebuie integrată în sistemul general de management al calității agriculturii, care oferă îmbunătățiri în privința calității și managementului siguranței produselor, sporirea gestionării alertelor și obținerea încrederii consumatorilor [1].

*Sistemul de trasabilitate* este un sistem capabil să înregistreze informațiile dorite sau necesare referitoare la un produs precum și componentele acestuia și să urmărească parcursul pe întregul lanț de producere, procesare și distribuție.

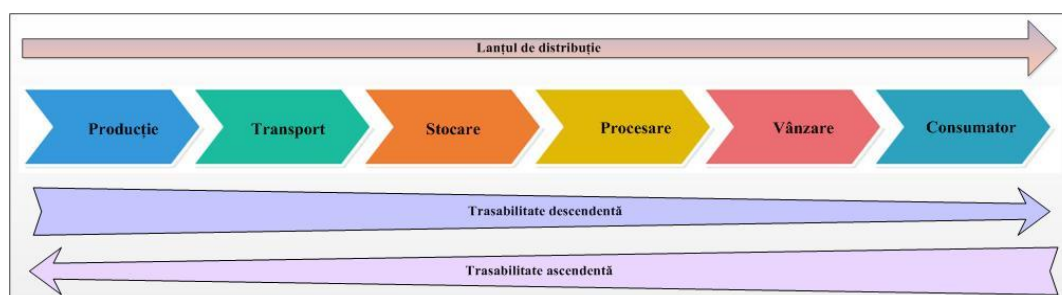
Trasabilitatea poate fi realizată în două direcții distincte (Figura 1) [7] :

- trasabilitatea descendentă sau urmărirea înainte (*tracking*) – reprezintă capacitatea de localizare a unui produs, ținând cont de anumite criterii specifice, indiferent de punctul în care s-ar afla pe lanțul de distribuție;
- trasabilitatea ascendentă sau urmărirea înapoi (*tracing*) – reprezintă capacitatea de identificare a originii și a caracteristicilor unui produs, ținând cont de anumite criterii stabilite pentru punctele lanțului de distribuție.

Trasabilitatea este diferențiată în:

1. *trasabilitatea internă*, prezintă informațiile despre urmărirea produsului în cadrul unei întreprinderi sau companii; trasabilitatea internă are loc când partenerii implicați în trasabilitate primesc materii și ingrediente supuse procesării interne (în cadrul companiei, întreprinderii);
2. *trasabilitatea externă*, prezintă informațiile referitoare la un anumit produs pe care compania sau întreprinderea le primește sau le furnizează altor parteneri ai lanțului alimentar;

3. *trasabilitatea lanțului alimentar*, sau *trasabilitatea legăturilor lanțului* privind informațiile care însoțesc produsul pe întreg lanțul, ar trebui extinsă pentru orice produs, în toate etapele producției, prelucrării și distribuției.



**Figura 1.** Trasabilitatea în lanțul de distribuție

Există 6 *elemente principale ale trasabilității* care, împreună, alcătuiesc un sistem integrat de trasabilitate în lanțul agroalimentar [19]:

- *trasabilitatea produsului* – determină locul fizic al produsului, la orice nivel din lanțul alimentar, cu scopul de a ușura managementul logistic, rechemarea produsului și diseminarea de informații către consumator sau alte părți interesate;
- *trasabilitatea procesului* – stabilește tipul activității și secvența care a afectat produsul în perioada de creștere și post-recoltare;
- *trasabilitatea genetică* – stabilește structura genetică a produsului. Conține informații referitoare la originea (tip, furnizor) organismelor modificate genetic sau a materialelor obținute din organismele modificate genetic;
- *trasabilitatea intrărilor* – stabilește tipul și originea intrărilor (sursă, furnizori) cum ar fi fertilizanți, apa de irigație, animale, nutrețuri, aditivi folosiți pentru conservarea și/sau transformarea materiilor prime de bază în produse alimentare procesate (reconstituite sau noi);
- *trasabilitatea bolilor și dăunătorilor* – urmărește epidemiologia dăunătorilor sau riscurile biologice (bacterii, virusuri sau alte microorganisme patogene) care pot contamina materiile prime și alimentele;
- *trasabilitatea măsurătorilor* – corelează rezultatele măsurătorilor individuale prin intermediul unui lanț de calibrări neîntrerupte cu standardele de referință acceptate. Pentru realizarea acestui lucru, echipamentele de măsurare și testare sunt calibrate, utilizând un standard de referință [10].

Pentru industria alimentară și pentru sectoarele de procesare a produselor agricole și zootehnice, sistemele de trasabilitate au capacitatea de a:

- satisface cerințele legislative;
- întreprinde acțiuni colective prompte, prin retragerea produselor de pe piață și păstrarea reputației firmei (în cazul unui incident legat de calitatea și siguranța produselor alimentare);
- minimiza mărimea loturilor retrase de pe piață, precum și costurile implicate;
- minimiza răspândirea bolilor contagioase în rândul animalelor;
- proteja lanțul alimentar față de efectele unor boli apărute la animale;
- furniza produse care să mențină și să crească încrederea consumatorilor;
- crea produse diferențiate pe piață, în funcție de modul de producție.

Trasabilitatea produselor alimentare oferă numeroase avantaje și beneficii atât pentru consumatori cât și pentru producătorii de alimente, cele mai importante fiind:

- protecția siguranței alimentelor;
- protecția sănătății animalelor;
- protecția împotriva bioterorismului;
- supravegherea operațiilor de management a reziduurilor alimentare;
- rechemarea rapidă și eficiența produselor;
- facilitarea funcționării schemelor de asigurarea calității;
- formarea unui nume pe piață și creșterea încrederii consumatorilor față de numele firmei;
- controlul bolilor;
- controlul costurilor;
- controlul fraudelor;
- controlul furturilor.

Principalele avantaje ale trasabilității:

- *securitatea preventivă* – informațiile referitoare la produs / serviciu care însoțesc producția / prestarea permit fundamentarea încrederii consumatorilor în produsele / serviciile / procesele firmei;
- posibilitatea *acțiunii sigure* în cazuri de depistare a unor neconformități și de aplicare a eventualelor decizii de reperare și retragere a mărfii – în vederea regăsirii și retragerii mărfii, pentru localizarea sursei problemei, pentru împiedicarea răspândirii informațiilor indezirabile, pentru limitarea numărului de consumatori expuși riscurilor etc.;
- *delimitarea responsabilităților și posibilitatea stabilirii răspunderilor* – în cazul în care sursa este cunoscută se pot urma pașii de distribuție, iar în cazul în care apare o problemă, responsabilitatea o poartă cei care puteau să prevină și nu au făcut-o din diferite motive.

În industria alimentară, există o practică standard pentru producătorii de mărci să aibă implementate sisteme de trasabilitate - indiferent unde în lume sunt realizate produsele lor - și pentru comercianți să solicite tuturor furnizorilor lor sub etichetă privată să facă același lucru. Principalele motive pentru care s-a impus realizarea trasabilității sunt:

### 1. Urmărirea alimentelor "de la fermă până la furculiță"

Este din ce în ce mai greu să se urmărească produsele alimentare de la un capăt la altul al lanțului alimentar extrem de globalizat. Un sistem de trasabilitate alimentar poate facilita cunoașterea a tot ceea ce se întâmplă cu alimentele între "fermă și furculiță";

### 2. Proveniența alimentelor

Din ce în ce mai mulți consumatori doresc să știe mai multe despre produsele pe care le cumpără. Sistemele de trasabilitate asigură că numai ingredientele conforme intră în lanțul de distribuție și ajung în produsele de larg consum;

### 3. Îmbunătățirea retragerii produselor

Pentru situația în care produsele trebuie retrase, este necesară existența unei metode de a determina originea lor. Sistemele de trasabilitate urmăresc ce ingrediente sau componente au fost utilizate în fiecare lot de produse ce se retrag și unde a fost livrat fiecare lot. Mai important, sistemele de trasabilitate îmbunătățesc, de asemenea, asigurarea calității și controlul inventarului – ceea ce duce la reducerea frecvenței rechemărilor;

#### 4. Îndeplinirea reglementărilor și cerințelor legale

Acesta este unul dintre motivele principale care duce la creșterea interesului pentru trasabilitate alimentară;

#### 5. Creșterea încrederii consumatorului

Progresiv, proprietarii de brand - de la producători și comercianți până la lanțurile de restaurante - oferă consumatorilor posibilitatea de a accesa informații despre originea și proveniența produselor lor fie prin scanarea unui cod de bare cu telefonul mobil inteligent, fie prin documentare on-line;

#### 6. Consolidarea încrederii consumatorului

Prin certificarea traseului pe care îl parcurge o materie primă de la furnizor prin diferitele etape de producție, prin fluxurile mărfii în logistica internă din întreprindere și prin diferitele nivele comerciale până la consumatorul final, se consolidează încrederea consumatorului în produsele și serviciile firmei respective, prin asigurarea unor relații corecte cu organele de control și supraveghere, prin îmbunătățirea mediului concurențial ca urmare a creșterii gradului de transparență privind activitatea operatorilor economici.

Beneficiile sistemului de trasabilitate din perspectiva fiecărui actor implicat în lanțul de distribuție din sectorul agroalimentar [13] sunt prezentate în Tabelul 1:

**Tabelul 1.** Beneficiile sistemului de trasabilitate din perspectiva fiecărui actor implicat în lanțul de distribuție din sectorul agroalimentar

Actor în lanțul de distribuție	Beneficiile sistemului de trasabilitate
Fermier	<ul style="list-style-type: none"> <li>- crește productivitatea și optimizează lanțul de distribuție</li> <li>- eficientizează inventarierea</li> <li>- îmbunătățește acuratețea primirii materiilor prime și expedierii produselor</li> <li>- facilitează vizibilitatea și permite prognoza</li> <li>- rafinează comportamentul clienților din perspectiva informațiilor disponibile</li> <li>- eficientizează comercializarea</li> <li>- diminuează riscul și răspunderea</li> </ul>
Producător	<ul style="list-style-type: none"> <li>- crește eficiența fermei</li> <li>- oferă informații valoroase procesatorului despre animale sau produse</li> <li>- crește randamentul, pe baza analizelor de afaceri despre hrana animalelor sau pesticide</li> <li>- îmbunătățește accesul sigur la piețele globale</li> <li>- diminuează riscul și răspunderea</li> </ul>
Procesator	<ul style="list-style-type: none"> <li>- îmbunătățește calitatea serviciilor</li> <li>- oferă informații mai detaliate clientului</li> <li>- îmbunătățește controlul calității</li> <li>- diminuează riscul și răspunderea</li> </ul>
Distribuitor	<ul style="list-style-type: none"> <li>- crește productivitatea</li> <li>- eficientizează inventarierea</li> <li>- îmbunătățește acuratețea primirii și expedierii produselor</li> <li>- facilitează vizibilitatea și permite prognoza</li> <li>- diminuează cheltuielile</li> <li>- diminuează riscul și răspunderea</li> <li>- facilitează comerțul internațional</li> </ul>
Vânzător	<ul style="list-style-type: none"> <li>- crește productivitatea și optimizează lanțul de distribuție</li> <li>- eficientizează inventarierea</li> <li>- îmbunătățește acuratețea primirii și expedierii produselor</li> <li>- facilitează vizibilitatea și permite prognoza</li> <li>- rafinează comportamentul clienților din perspectiva informațiilor disponibile</li> </ul>

	- eficientizează comercializarea - diminuează riscul și răspunderea
Consumator	- crește încrederea în lanțul de distribuție agroalimentar - crește disponibilitatea de consum de produse și servicii
Guvern	- îmbunătățește siguranța publică - crește competitivitatea - facilitează comerțul internațional - diminuează riscul - reduce despăgubirile

### 3. Tehnologii care susțin trasabilitatea în sectorul agroalimentar

Pentru a pune în aplicare trasabilitatea lanțurilor de distribuție sunt necesare tehnologii pentru identificarea produselor, proceselor, pentru captarea, analiza, stocarea și transmiterea informațiilor, precum și pentru integrarea globală a acestor informații. Aceste tehnologii includ infrastructură hardware (cum ar fi echipamente de măsurare, etichete de identificare) și infrastructură software (programe de calculator și sisteme informatice) [19].

Piața actuală a tehnologiilor utilizate în trasabilitatea agroalimentară este frânată de diverși factori precum costul ridicat sau scepticismul privind eficiența tehnologiei. O tehnologie eficientă de trasabilitate ar trebui să furnizeze informații precise, la timp, complete și coerente cu privire la produse agroalimentare prin intermediul lanțului de distribuție [11, 12].

Principalele provocări privind trasabilitatea în sectorul agroalimentar includ tehnologia de etichetare și urmărirea produselor, conștientizarea consumatorilor și respectarea cerințelor legislative adecvate.

Dezvoltarea rapidă a *Internet of Things (IoT)* a deschis noi perspective pentru îmbunătățirea logisticii agroalimentare prin apariția aplicațiilor tehnologice și a sistemelor de management al logisticii alimentare. IoT face posibilă colaborarea între producătorii de alimente, furnizorii de servicii logistice și de transport, precum și companiile din domeniul comerțului cu amănuntului, care pot lucra împreună pentru a asigura trasabilitatea în sectorul agroalimentar, precum și livrarea eficientă a alimentelor [8].

În continuare, sunt prezentate tehnologiile cheie utilizate în trasabilitatea agroalimentară, în epoca IoT.

#### a) Codul de bare

Inițial brevetate în 1952 în Philadelphia (folosite pentru prima dată în jurul anului 1970), codurile de bare pot fi descrise ca o serie de bare și spații paralele de diferite lățimi, tipărite pe un element sau un produs. Barele de cod de culoare închisă absorb lumină și spațiile albe reflectă lumina. Datele codului sunt extrase folosind un scanner cu o sursă de lumină integrală (cel mai frecvent utilizat este scanner-ul laser). Pe măsură ce laserul trece peste codul de bare, un fotodetector măsoară cantitatea de lumină reflectată și o convertește în energie electrică care apoi este transformată într-un semnal digital. Semnalul digital este apoi decodificat în funcție de formule simbolice. Această viteză automată de citire și tehnologia precisă oferă sisteme de trasabilitate exacte [5, 16, 22] mai simple și mai economice.

Codurile de bare au două tipuri de codificare, cod 1-D și cod 2-D. Codul de bare 1-D poate fi citit cu viteză mare, dar are o capacitate mai mică de stocare a datelor (20 octeți) [3] și nu poate fi utilizată pentru a păstra mai multe date. Codul de bare 2-D poate transporta informații atât în direcție verticală, cât și orizontală, poate stoca mai multe informații (2000 octeți) inclusiv text, imagini, amprente și semnătură în spațiu limitat și pot fi tipărite sau afișate [3]. Codurile 2-D pot fi scanate și cu ajutorul telefoanelor mobile și pot fi utilizate și online.

### b) *Identificarea prin radiofrecvență (RFID)*

Identificarea prin radiofrecvență (RFID) este o tehnologie care oferă oportunități atractive pentru îmbunătățirea gestionării fluxului de informații în cadrul lanțului de distribuție și a securității în sectorul agroalimentar. În prezent, siguranța alimentelor, în special trasabilitatea produselor alimentare, este considerată o cerință majoră în multe țări și este obligatorie prin lege [6].

Tehnologia RFID combinată cu o infrastructură adecvată poate permite trasabilitatea end-to-end din lanțul de distribuție, la costuri relativ mici. Folosind tehnologia RFID, este posibil să se monitorizeze temperatura și termenul de valabilitate al produselor perisabile în fiecare etapă a lanțului de distribuție și să se permită atât producătorilor, cât și cumpărătorilor să fie notificați cu privire la custodia și condițiile de expediere. Presiunile competitive, cerințele de reglementare, un lanț de distribuție la nivel mondial, problemele de siguranță în sectorul agroalimentar sunt depășite cu ajutorul tehnologiei RFID [16].

RFID în sectorul agroalimentar oferă mai puțină muncă manuală, costuri mai reduse, îmbunătățirea vizibilității și planificării. În continuare, sunt prezentate beneficiile RFID în funcție de locul în care sunt poziționate:

- în procesele de depozitare, oferă vizibilitatea în timp real a informațiilor, localizarea rapidă a produselor, posibilitatea înregistrării pierderilor, capacitatea de a planifica strategic locațiile produselor;
- în gestionarea și urmărirea containerelor oferă vizibilitate în timp real a produselor, îmbunătățește eficiența și crește precizia;
- în procesele de distribuție, accelerează livrarea, îmbunătățește eficiența, crește precizia și reduce costurile de distribuție.

Tehnologia RFID utilizează unde radio pentru a identifica, clasifica și localiza "articole" (obiecte, persoane sau animale). Caracteristica principală a RFID este că nu există nicio cerință de contact fizic între cititor și tag-uri. Sistemul RFID cuprinde trei componente principale:

- etichetă sau transponder: etichetele RFID sunt atașate pe obiecte. Aceste etichete pot fi fie Read-only, fie Read-Write. O etichetă RFID conține un circuit integrat care controlează comunicarea cu cititorul. Conține cel puțin două secțiuni - o secțiune care comunică cu cititorul și o secțiune de memorie care stochează codurile de identificare sau alte date [16]. Etichetele RFID pot fi active, pasive sau semi-pasive. Elementele RFID pasive și semi-pasive transmit datele lor prin reflectarea sau modularea semnalelor electromagnetice emise de cititoare. Etichetele RFID sunt mici și compatibile cu produsele alimentare (materialul lor este aseptice);
- cititor sau interogator: un cititor conține componente electronice care trimit și primesc semnale către și de la eticheta de proximitate. Pentru a primi și a transmite date din etichetă, cititorul este prevăzut cu o antenă;
- sistem de procesare a datelor sau back-end system: este un dispozitiv, de obicei un calculator care conține o bază de date și un software de gestionare a informațiilor, care verifică și decodifică datele primite și le stochează în memorie.

Diverse caracteristici speciale ale RFID, de exemplu capacitatea mare de stocare a datelor în spațiul fizic redus, facilitatea de citire / scriere automată, citirea simultană a mai multor etichete, capacitatea de a lucra în condiții diferite de temperatură, umiditate, coroziune acidă, gaze amoniacale, zaharurile, pigmentii coloranți, substanțele și uleiurile de conservare etc., oferă avantajul utilizării acestei tehnologii în sectorul alimentar [20].

### c) *Rețele de senzori wireless (Wireless Sensor Networks - WSN)*

Diferite tehnologii wireless cum ar fi Bluetooth sau ZigBee, conțin un potențial enorm de utilizare în trasabilitatea produselor alimentare, datorită capacității lor de a colecta și monitoriza date într-un mediu dur, cum ar fi terenuri agricole, depozite, camioane frigorifice etc. WSN este alcătuit din transmițătoare de radio frecvență, senzori, microcontrolere și surse de alimentare [3].

Principala diferență dintre WSN și RFID constă în faptul că WSN cuprinde noduri senzori care permit schimbul de mesaje între noduri, într-o manieră de comunicare multi-hop.

Aceste rețele de senzori wireless au ca scop monitorizarea mărfurilor perisabile: monitorizarea temperaturii, umidității, a dioxidului de carbon, a metalelor grele și altor condiții de mediu din câmp, sere și ferme, inclusiv cele din timpul transportului.

#### d) Tehnologia geospațială

Integrarea sistemelor informaționale geografice (Geographic Information System - GIS), de teledetecție (Remote Sensing - RS) și a sistemelor de poziționare globală (Global Positioning System - GPS) permit colectarea de la distanță a datelor referitoare la animale, plante și ferme agricole, care pot fi procesate, transmise și prezentate ca informație spațială vizuală [19]. GPS-ul este un sistem de radio-poziționare bazat pe satelit [14]. Semnalele radio trimise de satelit sunt preluate de receptorul GPS care arată exact locația pe teren. Utilizat pe scară largă în trasabilitatea agricolă, acest instrument poate oferi configurația generală și caracteristicile suprafeței pământului astfel încât suprafața cultivată să poată fi împărțită și codificată în funcție de informațiile geografice. Fiecare zonă are un cod de identificare unic în baza de date care poate fi utilizată pentru a mapa variabilitatea geospațială a atributelor selectate, cum ar fi randamentul, calitatea produsului, îngrășămintele, pesticidele, calitatea apei utilizate etc. [19].

Tehnologiile și dispozitivele de comunicații prin satelit și de teledetecție au ca scop colectarea, analizarea și prezentarea datelor pentru a înțelege mai bine condițiile de pre-plantare și de post-recoltare. Aceste tehnologii au ca scop combinarea informațiilor geografice cu datele de trasabilitate convenționale.

#### e) Etichete inteligente, senzori de calitate, sisteme de refrigerare activate de senzori

Aceste echipamente au ca scop monitorizarea prospețimii produselor prin întregul lanț de distribuție, precum și producția de indicatori ai stării produsului atât pentru vânzători, cât și pentru consumatori.

#### f) Markerii produs

Markerii plasați pe produsul alimentar pot fi fizici, chimici sau biologici. Markerii fizici includ molecule unice sau atomi care pot fi detectați cu ușurință de raze ultraviolete sau de raze X fluorescente. Markerii chimici includ pe cei care creează diferitele tipuri de arome. Markerii biologici se bazează pe proprietățile intrinseci ale alimentelor, cum ar fi acizii nucleici unici, în special acizi nucleici mitocondriali, proteine unice. Microorganismele (modificate genetic) care apar în mod natural sau se adaugă în timpul producției, pot fi folosite ca indicatori pentru urmărirea alimentelor.

#### g) Codul de bare ADN

Codul de bare ADN este un sistem de identificare și descoperire a speciilor folosind o secțiune scurtă de ADN dintr-o regiune standardizată a genomului. Acea secvență ADN poate fi utilizată pentru a identifica diferite specii.

Codificarea ADN cuprinde 4 pași:

- *colectarea specimenelor*: speciile sunt colectate dintr-o varietate de surse, cum ar fi muzeele de istorie, grădinile zoologice, acvariile, băncile de semințe etc.;
- *analiza de laborator*: ADN-ul este extras din specimen iar codul de bare este izolat și secvențiat;
- *colectarea datelor*: după obținerea secvenței de coduri de bare, aceasta este plasată în baza de date a codurilor de bare (Barcode of Life Data Systems - BOLD) - o bibliotecă de referință a codurilor de bare ADN care poate fi utilizată pentru a atribui identitățile specimenelor necunoscute;
- *analiza datelor*: eșantioanele speciilor sunt identificate prin compararea lor cu baza de date de referință înregistrată.



#### h) *Tehnologii genetice, robotizate, informatice și nanotehnologii (GRIN)*

Aceste tehnologii sunt tehnologii disruptive aplicate în lanțul de distribuție agroalimentar, cum ar fi tractoarele cu auto dirijare, dezvoltarea de medicamente bazate pe nanotehnologii, monitorizarea animalelor cu senzori, modificarea vremii, biorafinării bazate pe biologie sintetică, imprimarea produselor alimentare, alimentele artificiale.

#### i) *Tehnologia Blockchain*

Tehnologia Blockchain asigură proveniența, trasabilitatea și transparența informațiilor. Cu ajutorul tehnologiei Blockchain, consumatorul poate să acceseze informații exacte și valide despre trasabilitate, precum și informații referitoare la siguranța alimentară, doar printr-o simplă scanare a unui cod QR tipărit pe eticheta produsului.

Tehnologia Blockchain este o modalitate de stocare și partajare a informațiilor dintr-o rețea de utilizatori într-un spațiu virtual deschis. Acesta permite utilizatorilor să privească toate tranzacțiile simultan și în timp real [17].

În lanțul de distribuție agroalimentar, informațiile sunt conectate digital la un produs alimentar și intră în Blockchain la fiecare pas al traseului. Acestea ar putea include detalii despre originea fermei, numere de lot, date de procesare, informații despre fabrică, date de expirare, temperaturi de depozitare și detalii despre expediție.

Toți membrii rețelei sunt de acord asupra informațiilor colectate la fiecare tranzacție, căreia i se atribuie un certificat digital. Aceasta devine apoi o înregistrare permanentă care nu poate fi modificată.

Tehnologia Blockchain ar putea aduce avantaje tuturor jucătorilor din lanțul de distribuție: producători, procesatori, distribuitori, furnizori, comercianți și autorități de reglementare. Câteva dintre ei sunt:

- *producătorii* - orice încercare de a manipula un produs alimentar pe măsură ce acesta trece prin lanțul de distribuție poate fi imediat identificat și retras înainte ca produsele alimentare să ajungă la comerciant;
- *comercianții* - în cazul în care un produs alimentar potențial periculos ajunge pe rafturile magazinelor, acesta va putea fi identificat și eliminat. Acest lucru elimină necesitatea retragerilor costisitoare;
- *consumatorii* - transparența și deschiderea tehnologiei Blockchain asigură consumatorii că alimentele pe care le cumpără și le consumă sunt conforme cu informațiile specificate pe etichetă. În prezent, 75% dintre consumatori nu au încredere în exactitatea etichetelor produselor alimentare.

## 4. Concluzii

Trasabilitatea de-a lungul lanțului alimentar este un instrument important pentru garantarea siguranței alimentelor. Reglementările Uniunii Europene obligă fiecare actor implicat în lanțul alimentar să fie capabil să identifice atât originea materiei prime utilizate, cât și destinația produselor sale finale, de-a lungul lanțului alimentar. De asemenea, actorul implicat trebuie să poată demonstra ce materie primă a folosit și în fabricarea căror produse finale a fost inclusă.

Uniunea Europeană nu stabilește un sistem sau un program specific pentru trasabilitate. Operatorii din sectorul agroalimentar au responsabilitatea de a elabora și a pune în aplicare sisteme de evidență și de trasabilitate, pentru îndeplinirea standardelor stabilite în spațiul comunitar european.

Există multe tehnologii moderne care pot fi folosite pentru a dezvolta un sistem integrat de trasabilitate alimentară. Coduri de bare, RFID, rețele de senzori wireless, etichete inteligente, diferiți markeri de produse fizice și chimice, coduri de bare ADN, tehnologia geospațială, tehnologii genetice, tehnologia Blockchain sunt doar câteva dintre tehnologiile existente.

Dezvoltarea unei tehnologii adecvate de trasabilitate pentru întreprinderi, oferă provocări și oportunități considerabile cercetătorilor și practicienilor din acest sector.

Producătorii, procesatorii și distribuitorii, precum și experții în domeniul siguranței alimentare trebuie să fie informați de evoluțiile viitoare din acest domeniu, pentru a-i ajuta să pună în aplicare sisteme de trasabilitate adecvate pentru domeniile lor de activitate.

## BIBLIOGRAFIE

1. Aung, M. M., Chang, Y. S. (2014). Traceability in a food supply chain: Safety and quality perspectives. *Food control*, 39, 172-184.
2. Bosona, T., Gebresenbet, G. (2013). Food traceability as an integral part of logistics management in food and agricultural supply chain, *Food control*, 33(1), 32-48.
3. Cai, Y., Li, X., Li, M., Chen, X., Hu, H., Ni, J., Wang, Y. (2015). Traceability and Quality Control in Traditional Chinese Medicine: From Chemical Fingerprint to Two-Dimensional Barcode.
4. Commission, E. (2002). Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and of the Council of 28 January 2002 laying down the general principles and requirements of food law, establishing the European Food Safety Authority and laying down procedures in matters of food safety. *Official Journal of the European Communities*, L31, 1-24.
5. Connolly, C. (2005). Part-tracking labeling and machine vision. *Assembly Automation*.
6. Costa, C., Antonucci, F., Pallottino, F., Aguzzi, J., Sarriá, D., Menesatti, P. (2013). A Review on Agri-food Supply Chain Traceability by Means of RFID Technology. *Journal of Food Bioprocess Technol* 6(2), 353-366.
7. Ene, C.M. (2013). The Relevance of Traceability in the Food Chain. *Economics of Agriculture*, 60(2), 287-297.
8. European Commission (2017). S3P Platform Scoping Note Traceability and Big data.
9. Gandino, F., Montrucchio, B., Rebaudengo, M. & Sanchez, E. R. (2009). Opportunities and constraints for wide adoption of RFID in agri-food. *International Journal of Advanced Pervasive and Ubiquitous Computing*, 1(2), 49-67.
10. Gardner, E.L., Rasberry, S.D. (1993). What's new in traceability? *Journal of Testing and Evaluation* 21(6), 505-509.
11. Gupta, P., Kaul, H. (2017). Traceability Technologies across the Food Value Chain. *International Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science (IJLTEMAS)* 6(1), 6-9.
12. Heneghan, C. (2016). How integrating IoT can improve supply chain traceability. Available at: <https://www.fooddive.com/news/how-integrating-iot-can-improve-supply-chain-traceability/418348/>
13. IBM (2006). Whole Chain Traceability in the Agri-Food Industry - The Time is Now. IBM Global Business Services.
14. Kraisintu, K., Zhang, T. (2011). The Role of Traceability in Sustainable Supply Chain Management.
15. Kumar, V., Srivastava, A. (2018). The Role of RFID in Agro-Food Sector. *Agricultural Research & Technology: Open Access Journal*, 14(4), 001-005.
16. Mehrjerdi, Y. Z. (2010). Coupling RFID with supply chain to enhance productivity. *Business Strategy Series*. 11(2), 107-123.

17. Munro, T. (2018). How blockchain can improve food traceability. Available at: <https://blog.matthews.com.au/how-blockchain-can-improve-food-traceability/>
18. Nambiar, A. N. (2010). Traceability in agri-food sector using RFID. Information Technology (ITSim), *2010 International Symposium in Kuala Lumpur*, 15–17 June 2010, 2, 874-879.
19. Opara, L. (2003). Traceability in agriculture and food supply chain: a review of basic concepts, technological implications, and future prospects. *Food, Agriculture & Environment*, 1(1), 101-106.
20. Perez-Aloe, R., Valverde, J.M., Lara, A., Castano, F., Carrillo, J.M., Gonzalez, J., Roa, I. (2010). Use of RFID Tags for Data Storage on Quality Control in Cheese Industries. *Data Storage*, Florin Balasa (Ed.), ISBN: 978-953-307-063-6, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/datastorage/use-of-rfid-tags-for-data-storage-on-quality-control-in-cheese-industries>.
21. Tudora, E., Alexandru, A., Tîrziu, E. (2017). Analysis and Design of Products Trasability in Agrofood Sector Based on RFID Technology. In *Proceedings of the 16th International Conference on Informatics in economy (IE 2017)*, pp. 78-83.
22. Zhao, X., Lee, Y. & Ng, S. C. H. (2009). The Impact of Product Recall Announcements on Stock Market Reaction: a Study of Chinese Listed Companies. *US-China Business Cooperation in the 21st Century: Opportunities and Challenges for Entrepreneurs*.



**Eleonora TUDORA** este cercetător științific gradul III în Departamentul „Sisteme și Aplicații pentru Societate“ din cadrul Institutului Național de Cercetare-Dezvoltare în Informatică – ICI București. A absolvit Facultatea de Energetică din cadrul Universității Politehnice București. Principalele domenii de interes pentru activitatea de cercetare includ: energie, schimbări climatice, eficiență energetică și energii regenerabile, agricultură, eSănătate, dezvoltarea de sisteme informatice, utilizarea Big Data în guvernare, utilizarea TIC în sănătate.

**Eleonora TUDORA** is a third degree scientific researcher in the „Systems and Applications for Society“ Department of ICI Bucharest. She graduated from the Faculty of Energetics of the University Politehnica Bucharest. The main areas of interest for the research activity include: energy, climate change, energy efficiency and renewable energies, agriculture, eHealth, the development of information systems, the use of Big Data in governance, the use of ICT in health.



**Eugenia TÎRZIU** lucrează în prezent la Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Informatică – ICI București în calitate de cercetător științific în cadrul Departamentului “Sisteme și Aplicații pentru Societate”. A absolvit Universitatea Politehnică din București - Facultatea de Automatică și Calculatoare. Principalele domenii de interes pentru activitatea de cercetare sunt: Inteligență Artificială, eLearning, eHealth, tehnologii mobile, testare și evaluare de software și sisteme informatice.

**Eugenia TÎRZIU** is currently working at the National Institute for Research and Development in Informatics - ICI Bucharest as Scientific Researcher in the Department of "Systems and Applications for Society". She graduated the Polytechnic University of Bucharest - Faculty of Automatic Control and Computers. Her research interests include: Artificial Intelligence, eLearning, eHealth, mobile technology, testing and evaluating software and information systems.