
TEZA DE DOCTORAT

Trasabilitatea inputurilor agricole organice cu potențial poluant asupra apei, solului și culturilor în județul Satu Mare

REZUMAT AL TEZEI DE DOCTORAT

Doctorand **Diana – Cătălina Neamțu (Covaciu)**

Conducător de doctorat **Prof.univ.dr. Antonia Cristina
Maria Odagiu**



CUPRINS

STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII

1. Considerații generale cu privire la trasabilitatea inputurilor agricole cu potențial poluant	III
2. Inputuri agricole	III
CONTRIBUȚIA PERSONALĂ	
3. Obiectivele urmărite	III
4. Paricularitățile mediului natural în care a avut loc experimentarea	III
5. Material și metodă	IV
6. Rezultate privind calitatea solului	IV
7. Rezultate privind calitatea apei subterane	V
8. Rezultate privind trasabilitatea inputurilor agricole organice (fertilizanți) cu potențial poluant asupra solului apei ale culturii cartofului, cultivarul Roclas	VIII
9. Concluzii și recomandări	IX
BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ	X

1. Considerații generale cu privire la trasabilitatea inputurilor agricole cu potențial poluant

O definiție generală a trasabilității este „abilitatea de a urmări istoricul, aplicația sau locația unei entități prin intermediul identificărilor înregistrate” (BERTOLINI ȘI COLAB. 2006; CANAVARI ȘI COLAB. 2010; KARLSON ȘI COLAB., 2013; KELEPOURIS ȘI COLAB. 2007; OLSEN ȘI ASCHAN, 2010). Aici se impune mențiunea că unii cercetători au încercat să diferențieze trasabilitatea ca trasabilitate logică (în urma fizică mișcare) și trasabilitate calitativă (produs următor calitate și siguranța consumatorilor).

2. Inputurile agricole

Rolul agriculturii în procesul de creștere economică a jucat un rol central în problematica dezvoltării timp de câteva decenii. În timp ce argumentele diferă referitor la mecanismele specifice prin care creșterea productivității agricole ar putea contribui la schimbarea structurală a economiei, a fost mult timp teoretizat faptul că progresele în agricultură pot promova schimbări în muncă către sectoare cu productivitate mai mare care oferă venituri reale mai mari (COVACIU DIANA ȘI COLAB., 2020, NEAMȚU DIANA ȘI COLAB., 2021; COVACIU DIANA ȘI COLAB., 2022).

3. Obiectivele urmărite

Obiectivele urmărite în cadrul tezei de doctorat se referă la: cuantificarea impactului fertilizării organice și minerale asupra calității solului; cuantificarea impactului fertilizării organice și minerale asupra calității apei subterane; stabilirea potențialului poluant al fertilizanților organici și anorganici asupra apei; cuantificarea impactului fertilizării organice și minerale asupra culturii cartofului și estimarea trasabilității potențialului poluant cu nitrați al inputurilor de fertilizanți organici și minerali.

4. Particularitățile mediului natural în care a avut loc experimentarea

Experimentele din cadrul tezei de doctorat au fost realizate în satul Apa, comuna Apa din județul Satu Mare (47°45'48.6" N 23°11'53.2" E), România (Fig. 4.1.). Județul Satu Mare este situat în extremitatea nord-vest a României, învecinându-se cu Ungaria la vest și cu Ucraina la nord, iar în țară se învecinează cu județele Maramureș, Sălaj și Bihor. Câmpurile experimentale au fost amplasate în cinci ferme vegetale private. Au fost organizate cinci parcele (câte una pentru fiecare fermă) și fiecare pe o suprafață

de 100 m², corespunzătoare fiecărei ferme (sit 1 – 47° 47'45"57.16" N 23°11'23.74" E, sit 2 – 47° 47'45"42.29" N 23°11'23.74" E, sit 3 – 47° 45'36.11" N 23°12'42.56" E, sit 4 – 47° 45'48.81" N 23°12'13.4" E, sit 5 – 47°46'9.19" N 23°12'13.21" E).

5. Material și Metodă

În vederea efectuării studiului cu privire la trasabilitatea inputurilor agricole organice cu potențial poluant asupra apei, solului și culturilor în județul Satu Mare, au fost descrise calitativ resursele de sol din arealul experimental, resursele de apă subterană și a fost caracterizat din punct de vedere productiv și nutrițional cartoful cultivat, în vederea evidențierii trasabilității nitraților proveniți din inputurile agricole organice. Datele rezultate în urma implementării schemei experimentale au fost prelucrate statistic. Materialul biologic a fost alcătuit din cartof, care aparține cultivarului semitimpuriu Roclas (*Solanum tuberosum* L.), obținut la Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Cartof și Sfeclă de Zahăr Brașov. Materialele chimice utilizate au constat în fertilizantul mineral administrat și reactivii chimici folosiți în vederea determinărilor de laborator. Au fost utilizate materiale fizice pentru prelevarea probelor. În vederea efectuării analizelor de laborator a fost utilizată aparatura specifică necesară efectuării analizelor. S-a organizat un experiment bifactorial, în cadrul căruia au fost luați în considerare factorii an experimental cu două graduări (anii 2021 și 2022) și fertilizare, cu cinci graduări (martor nefertilizat, fertilizare organică cu gunoi de grajd în doză de 39,52 t/ha, fertilizare organică cu gunoi de grajd în doză de 79,04 t/ha, fertilizare organică cu gunoi de grajd în doză de 118,56 t/ha, și fertilizare minerală cu NPK: 14:7:21. Analizele de laborator și prelucrarea datelor s-a efectuat în Laboratoului de Monitorizare a Calității Mediului. În vederea caracterizării profilurilor de sol din câmpul experimental, au fost cuantificați următorii parametri: nisip grosier, nisip fin, praf I, praf II, argilă, higroscopicitate, conductivitate, pH, humus, N_{total}, P_{mobil}, K_{mobil}, N-NO₃, N-NH₄, CaCO₃, Fe, Cd, Cu, Ni, Zn, Cr, Pb, Hg. Pentru o imagine cât mai fidelă a calității apei subterane, pe lângă valorile nutritive au fost analizate și valorile pH-ului și turbidității, conform metodologiei standardizate. Datele experimentale colectate prelucrate statistic și interpretate cu ajutorul programelor programele STATISTICA v.8 pentru Windows și „XLSTAT”.

6. Rezultate privind calitatea solului

Pentru evidențierea influenței fertilizării diferențiate, organice și minerale, asupra profilului de sol din câmpul experimental sunt prezentate caracteristicile acestuia, respectiv rezultatele analizei granulometrice (proporțiile de nisip grosier și fin, praf și argilă), însușirile fizico – chimice (pH, higroscopicitate, conductivitate, conținutul în humus, azot nitric, azot amoniacal și carbonat de calciu), conținutul în macro- și

microelemente, precum și interacțiunile dintre parametrii studiați, în cadrul fiecărei variante experimentale, cum este exemplificat în Tabelul 6.4.

Tabelul 6.4

Caracterizarea profilului de sol din câmpul experimental, fertilizare organică cu 118,56 t gunoi de grajd/ha (V₄), în anii experimentali 2021 și 2022

Specificare/ Issue	N	X		s		CV(%)	
		2021	2022	2021	2022	2021	2022
Nisip grosier, %	10	6.67	6.72	0.50	0.53	7.45	7.96
Nisip fin, %	10	31.07	31.15	0.71	0.63	2.30	2.03
Praf I, %	10	5.91	5.97	0.73	0.68	12.37	11.33
Praf II, %	10	12.48	12.59	0.80	0.81	6.42	6.44
Argilă, %	10	43.10	43.24	0.88	0.99	2.03	2.28
Higroscopicitate, %	10	7.90	8.03	0.78	0.68	9.82	8.43
Conductivitate, mS	10	0.34	0.35	0.09	0.09	25.59	26.17
pH	10	7.56	7.60	0.13	0.13	1.67	1.75
Humus, %	10	8.28	8.33	0.67	0.72	8.05	8.60
N _{total} , %	10	0.35	0.35	0.02	0.02	4.57	5.08
P _{mobile} , ppm	10	38.31	38.41	1.41	1.42	3.69	3.71
K _{mobil} /K _{mobile} , ppm	10	300.00	301.20	15.45	15.48	5.15	5.14
N-NO ₃ , ppm	10	147.00	147.26	1.21	1.18	0.82	0.80
N-NH ₄ , ppm	10	169.00	169.35	1.22	1.39	0.72	0.82
CaCO ₃ , %	10	0.40	0.47	0.11	0.13	26.35	28.46
Fe, ppm	10	41.32	41.86	1.05	1.10	2.55	2.63
Cd, ppm	10	1.19	1.28	0.47	0.46	39.11	36.23
Cu, ppm	10	36.14	36.28	1.00	1.12	2.77	3.09
Ni, ppm	10	22.14	22.31	0.91	1.02	4.10	4.55
Zn, ppm	10	76.12	76.30	1.51	1.40	1.98	1.83
Cr, ppm	10	47.52	47.79	1.04	1.19	2.18	2.48
Pb, ppm	10	13.45	13.65	1.08	0.96	8.02	7.02
Hg, ppm	10	0.11	0.12	0.02	0.02	19.64	15.47

N - numărul de probe; X - media; s - deviația standard; CV - coeficientul de variație; diferențele dintre oricare două variante sunt semnificative, dacă valorile lor sunt urmate de litere, sau grup de litere diferite.

7. Rezultate privind calitatea apei subterane

În vederea efectuării studiului trasabilității inputurilor agricole organice cu potențial poluant asupra apei solului și culturilor, este studiată calitatea apei subterane la nivelul celor 5 câmpuri experimentale localizate în comuna Apa, județul Satu Mare. Sunt prezentate caracteristicile fizico-chimice ale apei subterane, respectiv, turbiditate, conductivitate, pH, indice de permanganat, amoniu, duritate totală, total substanțe dizolvate, alcalinitate, săruri (cloruri, fluoruri, sulfiți, sulfați, bicarbonați, fosfați, nitriți

nitrați) și macro- și microelemente cum este exemplificat în Tabelul 7.11.

Tabelul 7.11

Mediile parametrilor ce caracterizează apa subterană din câmpul experimental, pe ansamblul perioadei experimentale, 2021 - 2022

Specificare	1	2	3	4	5
Turbiditate, NTU	0.21a	0.22a	0.20a	0.23a	0.23a
Conductivitate, $\mu\text{S}/\text{cm}$	414.68	415.29a	421.04a	437.60b	429.30a
pH	7.63a	7.64a	7.01a	6.27b	7.51a
Indice de permanganat, $\text{mg O}_2/\text{l}$	0.2a1	0.24a	0.26a	0.32b	0.24a
Amoniu, mg/l	0.008a	0.009a	0.010a	0.012a	0.012a
Duritate torală, $^{\circ}\text{C}$	10.13a	10.43a	10.26a	10.48a	10.77a
TDS, mg/l	267.01a	266.76a	264.36a	263.86a	262.45a
Alcalinitate, $\text{ml HCl } 0,1\text{N}$	1.81a	1.88a	1.68a	1.33b	1.65a
Cloruri, mg/L	29.68a	30.32a	30.96a	31.76a	31.32a
Fluoruri, mg/l	0.15a	0.15a	0.15a	0.18a	0.17a
Sulfizi, $\mu\text{g}/\text{l}$	3.02a	3.22a	3.26a	3.39a	3.27a
Sulfazi, mg/l	60.80a	61.40a	62.50a	67.89b	63.25a
Bicarbonați, mg/l	91.18a	92.21a	89.64a	85.06b	89.14a
Fosfați, mg/l	0.040a	0.041a	0.041a	0.042a	0.045a
Nitriți, mg/l	0.004a	0.004a	0.005a	0.008b	0.007a
Nitrați, mg/l	39.13a	44.30a	43.43a	62.89b	44.63a
Ca, mg/l	50.50a	51.08a	52.01a	52.60a	52.73a
Mg, mg/l	12.34a	13.33a	13.71a	13.66a	14.10aa
Na, mg/l	16.23a	16.20a	15.93a	15.71a	15.58a
K, mg/l	5.08a	5.06a	4.98a	5.00a	4.71a
Fe, $\mu\text{g}/\text{l}$	33.75a	34.45a	34.55a	34.94a	34.70a

1 – mator nefertilizat; 2 – fertilizare organică cu 39.5 t gunoi de grajd/ha; 3 – fertilizare organică cu 79,4 t gunoi de grajd; 4 – fertilizare organică cu 118,56 t gunoi de grajd/ha; 5 – mineral fertilization with $\text{N}_{14}:\text{P}_7:\text{K}_{21}$; diferențele dintre oricare două variante sunt semnificative, la pragul de semnificație 5%, dacă valorile lor sunt urmate de litere, sau grup de litere diferite.

Diagramele Piper evidențiază compoziția ionică a resurselor de apă subterană la nivelul câmpului experimental corespunzător celor cinci variante de fertilizare (Fig. 7.1). În toate cazurile se constată faptul că predomină cationii de calciu și nitrații. Se remarcă totuși particularități, în cazul apei subterane corespunzătoare variantelor experimentale fertilizate organic cu diferite doze de îngrășământ organic, respectiv gunoi de grajd (V_2 , V_3 și V_4). Acestea sunt reprezentate pe de-o parte de abundența mai mare a ionilor de calciu (Ca^{2+}) în cazul variantelor experimentale V_2 și V_3 (Fig. 1b și Fig. 1c), iar pe de altă parte de abundența nitraților, în cazul variantei V_4 (Fig. 1d) și pe lângă abundența ionilor de calciu (Ca^{2+}) și de prezența, în cantități demne de luat în considerare, a ionilor de sodiu și potasiu (Na^+ și K^+). Nivelul de poluare al apei subterane ce se regăsește în câmpul experimental, corespunzător celor patru variante de fertilizate este evidențiat prin calculul indicelui de poluare cu nitrați, NPI.

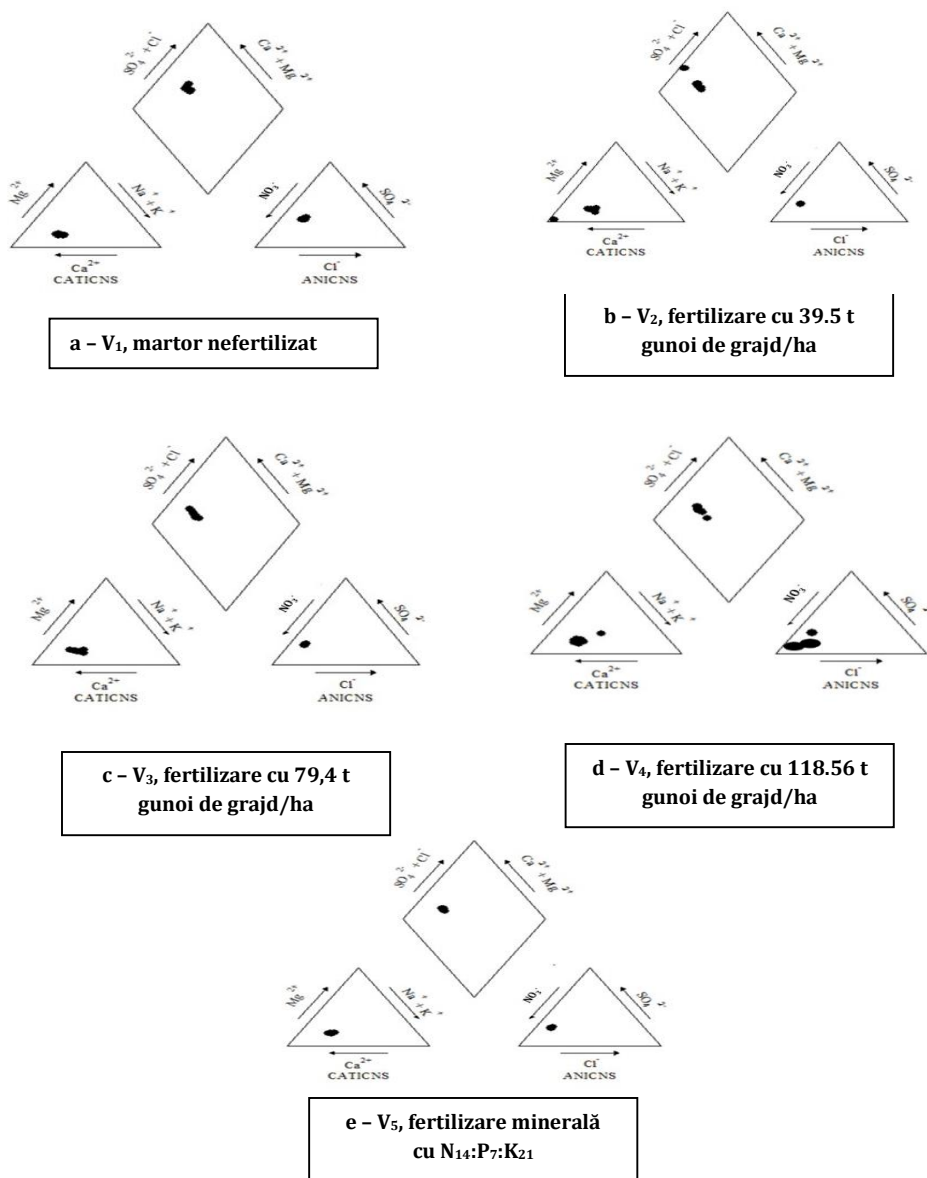


Figura 7.1. Diagrama Piper obținută pentru apa subterană corespunzătoare variantelor experimentale V₁ - V₅

Pe ansamblul perioadei experimentale 2021 - 2022 apele subterane analizate corespunzând fertilizării minerale și fertilizării organice cu gunoi de grajd se încadrează

în categoria de poluare moderată, în timp ce apele subterane colectate din câmpul experimental, unde cultura cartofului a fost fertilizată cu gunoi de grajd în doza de 118,56 t/ha, se încadrează în categoria de poluare semnificativă.

Tabelul/Table 7.14

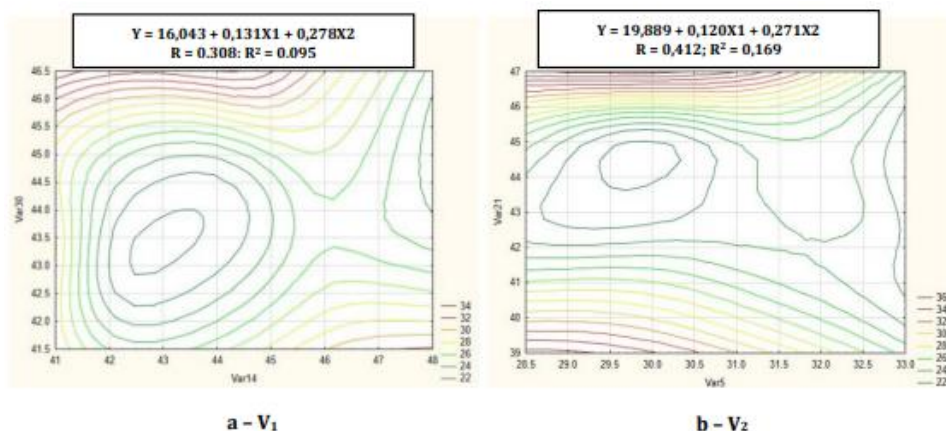
Mediile și parametrii dispersiei pentru NPI corespunzător apei subterane din câmpul experimental, pe ansamblul perioadei experimentale, 2021 - 2022

Varianta experimentală	N	Media (X)	Deviația standard (s)	Coefficientul de variație (CV, %)
2	20	1.24	0.07	5,64
3	20	1.20	0.05	4,16
4	20	2.23	0.11	4,93
5	20	1.24	0.06	4,83

1 - mator nefertilizat; 2 - fertilizare organică cu 39.5 t gunoi de grajd/ha; 3 - fertilizare organică cu 79,4 t gunoi de grajd/ha; 4 - fertilizare organică cu 118,56 t gunoi de grajd/ha; 5 - fertilizare minerală cu N₁₄:P₇:K₂₁; diferențele dintre oricare două variante sunt semnificative, la pragul de semnificație 5%, dacă valorile lor sunt urmate de litere, sau grup de litere diferite/

8. Rezultate privind trasabilitatea inputurilor agricole organice (fertilizanți) cu potențial poluant asupra solului apei ale culturii cartofului, cultivarul Roclas

Cuantificarea producției și însușirilor calitative ale cultivarul de cartof Roclas a fost realizată în vederea estimării trasabilității inputurilor agricole organice cu potențial poluant asupra solului, apei și culturilor (Fig. 8.1).



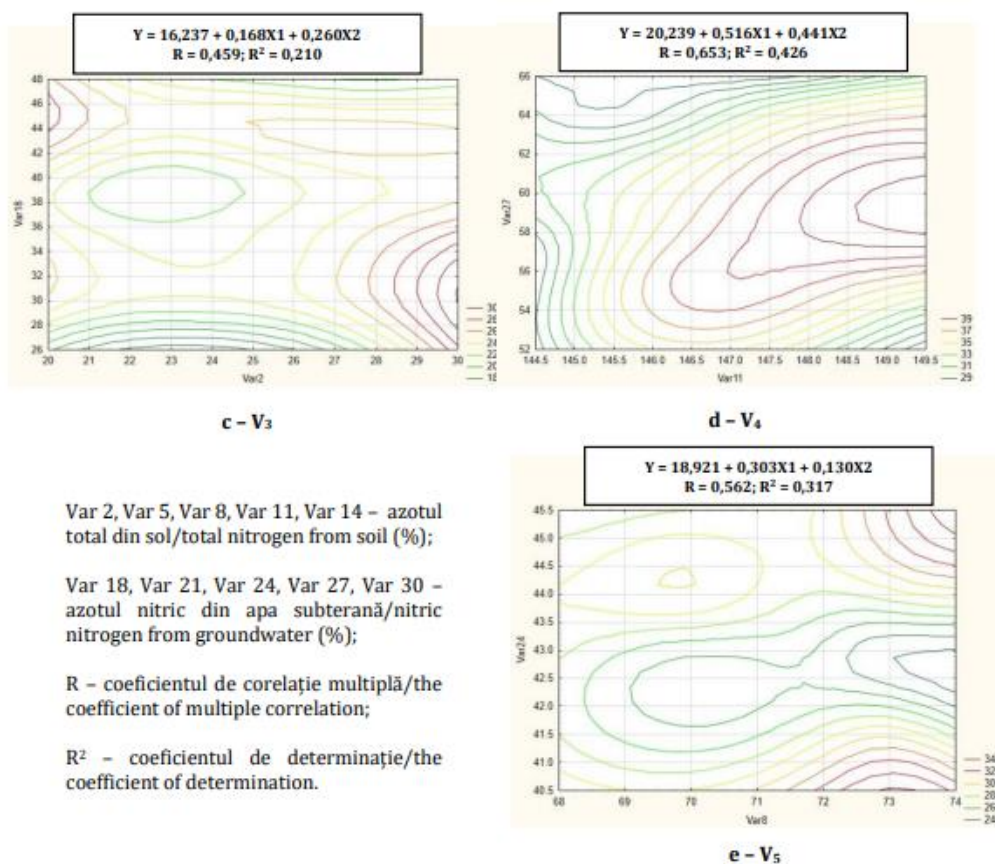


Figura 8.1. Reprezentarea grafică a interrelațiilor dintre azotul din tuberculii de cartof (Y), din sol (X1) și apa subterană (X2) prin utilizarea graficelor cu suprafețe de răspuns

9. Concluzii și recomandări

Tipul de fertilizare (organică și/sau minerală), dar și dozele de azot administrate au influențe diferite asupra parametrilor de calitate ai profilului de sol din câmpul experimental, cu specificarea că în ceea ce privește conținutul în humus, se constată faptul că acesta este cel mai puternic influențat de inputul organic de azot administrat (F1). Tipul de fertilizare (organică versus minerală) are influențe diferite asupra parametrilor de calitate ai apei subterane. Conținutul de fosfați a crescut doar în condițiile aplicării fertilizării minerale, în timp ce conținutul în fluoruri, magneziu, calciu, amoniu, nitrați și sulfuri au crescut doar atunci când a fost folosită fertilizare organică, indiferent de doza administrată. Administrarea de doze mai mari de îngrășământ organic (V₄) conduce la depășirea limitelor admise pentru nitrați (63,25 mg/l) și la acidifierea apelor subterane. Fertilizarea organică

cu doze crescute de azot are un impact semnificativ asupra interacțiunilor dintre conținutul de azot în sol și apă, pe de o parte, și absorbția acestui element în țesutul vegetal al tuberculilor de cartof, pe de altă parte. Această influență este mult mai puternică în comparație cu situațiile în care nu s-a aplicat fertilizarea, s-au folosit doze mai scăzute de azot sau chiar fertilizare minerală.

În urma derulării cercetărilor în cadrul tezei de doctorat, considerăm oportună formularea următoarelor recomandări: ► analiza periodică a fertilității solului; ► implementarea de strategii de gestionare a apei pentru a minimaliza concentrațiile ridicate de nitrați; ► ajustarea practicilor de fertilizare în concordanță cu rezultatele analizelor de sol și apă subterană din câmpul de producție și personalizarea practicilor de fertilizare; ► acordarea unei atenții sporite dozării adecvate a inputurilor de fertilizanți cu azot; ► promovarea unei abordări informate în gestionarea resurselor agricole.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. BERTOLINI M., M. BEVILACQUA, R. MASSINI, 2006, FMECA approach to product traceability in food industry, *Food Control*, 17,137-145.
2. CANAVARI M., R. CENTONZE., M. HINGLEY, R. SPADONI, 2010, Traceability as part of competitive strategy in the fruit supply chain. *British Food Journal*, 112(2), 171-186.
3. COVACIU D.C., A.C. BALINT, C.V. NEAMȚU, S. C.A MOȘNEAG, D. BORDEA, S. DÎRJAN, A.C.M. ODAGIU, 2023, Assessment of Groundwater Quality in Relation to Organic versus Mineral Fertilization, *Water* 2023, 15(16), 2895; <https://doi.org/10.3390/w15162895>.
4. COVACIU D., A. ODAGIU, C. BALINT, 2020, Considerations on Issues Concerning the Treaceability of Agri-Food Resources, *ProEnvironment* 13(43), 86-89.
5. COVACIU D., A. ODAGIU, C. BALINT, S. DÎRJAN, P. BURDUHOS, 2022, Testing Traceability of Water Nitrites and Nitrates Using Soil Studies, *ProEnvironment* 15(52), 464 - 468.
6. KARLSON K.M., B. DREYER, P. OLSEN, E.O. ELVEVOLL, 2013, Literature review: does a common theoretical framework to implement food traceability exist? *Food Control*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.12.011>.
7. KELEPOURIS T., K. PRAMATARI, G. DOUKIDIS, 2007, RFID-enabled traceability in the food supply chain, *Industrial Management and Data Systems*, 107(2), 183-200.
8. NEAMȚU D., A. ODAGIU, C. BALINT, S. DÂRJAN, R. MIHĂIESCU, 2021, Pollutant potential of Soil and Water, *Methodologies of Quantification, ProEnvironment* 14(47), 83-86.
9. OLSEN P., M. ASCHAN, 2010, Reference method for analyzing material flow, information flow and information loss in food supply chains, *Trends in Food Science & Technology*, 21,313-320.