CALITATEA APEI PENTRU IRIGARE

Sandu Maria, Tărîţă Anatol, Lozan Raisa, Ţurcan Sergiu.

Institutul de Ecologie şi Geografie

Rezumat.

În articol este prezentată sinteza parametrilor (chimici şi microbiologici) şi a formulelor de calcul a indicilor pentru irigare necesari în gestionarea problemelor legate de calitatea apei din agricultura irigată deoarece s-a constatat că în Republica Moldova nu există nici un standard integrat de caracterizare a calităţii apei pentru irigaţii. Evaluarea conţinutului total de săruri solubile, a ionilor toxici şi valoarea raportului de adsorbţie a sodiului (SAR) este necesară pentru a evidenţia riscul de salinizare; procentul de sodiu schimbabil (PSS) demonstrează riscul de sodiu pentru sol, iar cantitatea de cloruri, sulfat, sodiu şi bor poate prezenta pericol pentru plante.

Cuvinte cheie: irigaţie, parametrii de calitate a apei, indici de irigare, risc de salinizare.

Depus la redacţie: 14 februarie 2018

Adresa pentru corespondenţă: Sandu M., Institutul de Ecologie şi Geografie, str. Academiei, 1, MD 2028, Chişinău, Republica Moldova;
e-mail: sandu_mr@yahoo.com.

Introducere

Deficitul, precum şi poluarea apei, este o problemă globală şi constituie o provocare pentru asigurarea unei rezerve de apă de calitate şi suficiente pentru necesităţile societăţii [19]. Conceptul monitoringului prevăzut de Directiva Cadru 2000 de stabilire a unui cadru de politică comunitară în domeniul apei priveşte inclusiv apa de irigare ca resursă pentru folosinţe complexe şi ca un ecosistem cu valoare ecologică. Evaluarea

stării calitative a apelor, prevăzută de Directiva Cadru, poate oferi soluţii practice în baza cadrului legislativ, ce reglementează domeniul gospodăririi resurselor de apă la nivel naţional şi local. Sistemul propus de clase privind folosinţa apelor de suprafaţă include apa din clasele I-IV ca potrivită pentru irigare [5], deoarece în irigare calitatea apei joacă un rol însemnat pentru a avea o roadă bogată şi fără influenţă negativă asupra proprietăţilor solului, fiind determinată de diverşi factori: componenţa fizico-chimică a apei, conţinutul total de săruri în apă şi sol şi de tipul de sare, proprietăţile solului, zona de drenaj, etc.

În Programul de dezvoltare a gospodăririi apelor şi a hidroameliorației în Republica Moldova pentru anii 2011-2020 conform datelor statistice sistemele de irigare sunt amplasate pe o suprafaţă de 144,6 mii ha. În ultimii ani se dezvoltă în ritm sporit irigaţia mică, care poate fi extinsă până la cca 36 mii ha, în baza folosirii resurselor de apă din doar cca 400 bazine de apă, în care calitatea apei este adecvată pentru irigare [10].

Deoarece în prezent în Republica Moldova nu există nici un standard integrat pentru evaluarea calităţii apei pentru irigaţii [16] în gospodărirea eficientă a apelor pentru irigare este necesar de asigurat cu documentul normativ naţional privitor la componenţa fizico-chimică şi microbiologică a apei, baza de date cu informaţia ce ţine de sursele existente de apă şi de respectat indicii de calitate a apei pentru irigare.

Scopul prezentei lucrări este sinteza parametrilor (chimici şi microbiologici) şi a indicilor de calitate a apelor necesari pentru a determina adecvarea apei în agricultura irigată a Republicii Moldova. Informaţia prezentată poate fi utilă pentru elaborarea reglementărilor naţionale privind componenţa fizico-chimică şi microbiologică a apei pentru irigare.

Material şi metode

Studiul include sinteza informaţiei privitor la parametrii de calitate a apei pentru utilizarea în irigaţii, fiind evidenţiat ca în Republica Moldova nu există un document normativ de evaluare a calităţii apei pentru aceste scopuri. În material se propune informaţia din normativele altor ţări (România, Federaţia Rusă) [18, 25], ghidurile Comitetului de Consultanţă a Universităţii din California, din Europa şi Australia/ Noua Zeilandă [3, 18, 20] şi informaţia din literatura de specialitate ce include cerinţele igienice privind componenţa şi proprietăţile apei, substanţele, care au fost şi încă nu evaluate complet şi aprobate oficial de ministerele în domeniul mediului [2, 7, 12, 21, 24, 26, 30]. Alte evaluări ţin de folosirea indicilor de irigare, calculaţi în baza parametrilor chimici ai apei [4, 6, 11, 14, 22, 23, 27].

Rezultate şi discuţii

I) Parametrii de calitate a apei pentru irigare.

Cercetările ştiinţifice efectuate pe ape naturale demonstrează că sunt indicatori diferiţi privind calitatea apei utilizate în irigare, fiecare fiind util, dar nu şi satisfăcător din cauza variabilităţii condiţiilor de teren şi a parametrilor apei, o problemă fiind, de ex., toxicitatea. Efectul toxicităţii apare când anumiţi constituenţi din sol sau din apă sunt preluaţi de plante, acumulându-se în concentraţii mari, ce provocă daune recoltelor (ionii Cl^-, SO_4^{2-}, Na^+, bor, etc.) sau sănătăţii umane la consum, cum ar fi nitraţii [15].

Situaţia curentă a calităţii apei subterane de profunzime este conţinutul ridicat de fluor, sodiu şi amoniu, stronţiu, hidrogen sulfurat şi fier. În apele subterane freatice

prevalează poluarea cu nitraţi şi contaminarea microbiană. Cea mai poluată rămâne apa râurilor mici, care sunt folosite de populaţie pentru irigare. Ponderea probelor ce n-au corespuns cerinţelor igienice după parametrii chimici constituie 45,3–56,5% şi după parametrii microbiologici - 39,9–41,95% [16].

Luând in consideraţie condiţiile climaterice din Republica Moldova, irigaţia este principala măsură de optimizare a regimului de umiditate a solului în perioada de vegetaţie a plantelor. Aplicarea irigaţiei pe solurile cernoziomice (cca 70 % din fondul de irigaţie al republicii), a generat probleme majore asupra solurilor, ţinând cont de calitatea apei folosită la irigare [9].

Normativul român STAS 9450/88 [18] include în indicatorii de analiză a apei pentru irigarea culturilor agricole regimul de O_2 şi nutrienţii, fiind menţionate valorile maxim admise ale salinităţii şi concentraţiile unor metale (tab. 1).

Tabelul 1. Indicatorii de analiză a apei pentru irigarea culturilor agricole.

Regimul O_2 (mg O_2/L)	Nutrienţi (mg/L)	Salinitate (mg/L)	Metale (µg/L)	Alţi indicatori chimici (µg/L)
Oxigen dizolvat	NH_4^+	Reziduu filtrat = 500/C_2; 1500/C_3	Cr^{6+} = 100	Fenoli
CBO_5	NO_2^-	Cl^- = 120/C_2	Cu^{2+} = 200	Agenţi activi anionici
CCO Mn	NO_3^-	SO_4^{2-} = 320/C_2	Pb^{6+} = 2000	Nu se normează
CCO Cr	PO_4^{3-}	Ca^{2+}	Zn^{2+} = 100	
Nu se normează	Nu se normează	Mg^{2+}	As^{3+} = 100	
		Na^+ = 120/C_2/S_1	Ba^{2+}	
			Fe^{2+}, Fe^{3+} = 1000	
			Mn^{2+}, Mn^{7+} = 200	
			Ni^{2+} = 200	
C_2 – clasa de salinitate „Moderată” utilizabilă pe soluri permeabile şi la plante moderat tolerante la salinitate; C_3 – clasa de salinitate „Ridicată” utilizabilă pe soluri permeabile şi la plante tolerante la salinitate; S1 – subclasa de alcalinitate „Redusă” - utilizabilă pe majoritatea solurilor;				

În GOST 17.1.2.03-90 sunt propuşi 32 de parametri chimici şi microbiologici, dar nu şi valorile lor, cu un potenţial risc, despre care agricultorul trebuie să deţină informaţia pentru ameliorarea problemelor de calitate a apei în caz de necesitate [25].

O sinteză a utilizării apelor minerale în irigarea culturilor agricole din Republica Moldova a fost realizată de Ungureanu F. V., ş. a., (1991) [30], fiind menţionate valorile optime ale parametrilor de bază privind apa pentru irigare (tab. 2).

Valorile admisibile în apa de irigare pentru metalele grele, unele nemetale (bor, fluor, nitraţi, nitriţi) şi indicii microbiologici, propuse de Bezdnina (1997) [24] sunt prezentate în tabelul 3.

Deficitul de apă precum şi poluarea apei este o problemă globală şi constituie o provocare pentru asigurarea unui rezerve de apă suficiente şi de calitate [19], consecinţe asupra agriculturii dependente de apă, specificate şi în Hotărârea Guvernului Republicii Moldova nr. 409 din 04.06.2014 cu privire la aprobarea Strategiei naţionale de dezvoltare agricolă şi rurală pentru anii 2014-2020. Scăderea cantităţii de precipitaţii şi creşterea cererii de apă pentru irigaţii presupune că schimbările climatice vor genera conflicte ce ţin de resursele de apă, creând un decalaj însemnat în cererea nesatisfăcută de irigare, în cazul în care nu sunt aplicate măsuri de adaptare [8].

Tabelul 2. Parametrii de bază privind calitatea apei pentru irigare.

Nr. d/o	Parametrii şi unitatea de măsură	valorile optime
1	pH-ul, un.	6,8-8,3
2	Temperatura, ^oC	10-30
3	Conductibilitatea electrică, mSm/cm la 25^0C	Până la 1100
4	Mineralizarea, mg/L	Până la 700
5	Na^+, mg/L	46-69
6	Ca^{2+}, mg/L	Nu mai puţin de 50% din suma cationilor
7	Cl^-, mg/L	35-105 până la 142
8	$N\text{-}NO_3^-$, mg/L	Până la 5

Tabelul 3. Parametrii de calitate a apei pentru irigare, propuşi de Bezdnina, 1997.

Nr. d/o	Parametrii	Valoarea admisă, mg/L	Nr. d/o	Parametrii	Valoarea admisă, mg/L
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
1	Fier, total	0,3	17.	Beriliu	0,0002
2	Zinc	1,0	18.	Plumb	0,03
3	Cupru	1,0	19.	Cadmiu	0,001
4	Bor	0,5	20.	Seleniu	0,001
5	Fluor	1,5	21.	Mercur	0,0005
6	Mangan	0,2	22.	Wolfram	0,05
7	Cobalt	0,1	23.	Stibiu	0,05
8	Molibden	0,25	24.	Titan	0,1
9	Aluminiu	0,5	25.	Bariu	0,1
10	Stronţiu	7,0	26.	Brom	0,2
11	Litiu	0,3	27.	Staniu	0,2
12	Vanadiu	0,1	28.	Bismut	0,1
13	$Crom^{3+}$	0,5	29.	Nitraţi	45
14	$Crom^{6+}$	0,05	30.	Nitriţi	3,8
15	Nichel	0,1	31.	Coli-index, nr./L	1000
16	Arseniu	0,05	32.	De pericol epidemiologic (paratif, salmonela, helminţi, etc.)	Lipsă totală

Cerinţe igienice privind componenţa şi proprietăţile apei în punctele de folosire a ei în diferite scopuri, inclusiv irigare, sunt menţionate în „Regulament igienic. Protecţia bazinelor de apă contra poluării” [17] (tab. 4).

Multiple cercetări naţionale demonstrează un alt aspect al irigării, precum că schimbarea regimului hidric natural cu cel irigaţional induce modificări sensibile în conţinutul şi componenţa cationilor adsorbiţi, intensifică procesele de decalcifiere şi cele de soloneţizare secundară a solului [21]. În rezultatul udării artificiale are loc redistribuirea conţinutului de humus pe profilul de sol şi modificarea nefavorabilă a compoziţiei acestuia [2, 7, 12, 26].

În normele de calitate a apei din Federaţia Rusă sunt prevăzute recomandările pentru parametrii apei utilizate pentru udatul culturilor din sere (tab. 5) [28].

Tabelul 4. Cerinţe igienice privind componenţa şi proprietăţile apei în punctele de folosire, inclusiv pentru irigare.

Nr. d/o	Indicatorii componenţei şi proprietăţile apei obiectivului acvatic	Cerinţe igienice ale apei, inclusiv pentru irigare.
1	*2*	*3*
1.	Turbiditate, mg/L	—
2.	Incluziuni plutitoare	Pe suprafaţa bazinului de apă nu trebuie să fie observate pelicule plutitoare, pete de uleiuri minerale şi acumulări de alte incluziuni
3.	Culoare, puncte	—
4.	Miros la 20 şi 60°C, puncte, nu mai mult	2
5.	pH	Nu trebuie să depăşească limitele 6,5—8,5
6.	Componenţa minerală mg/L, nu mai mult	Nu trebuie să depăşească după reziduu sec 1000, inclusiv: cloruri - 350, sulfaţi - 500
7.	Oxigenul dizolvat	Nu trebuie să fie sub 4 mg/L în orişicare perioadă a anului, in proba recoltată până la ora 12.00 de zi.
8.	Fier (Fe), mg/L, nu mai mult	1,0
9.	Mangan (Mn), mg/L, nu mai mult	0,1
10.	Fitoplancton, mg/L, col/ml*	nu se reglementează
11.	CCO-Mn, mg/L O	nu se reglementează
12.	$CBO_{compl.}$ mg/L O, nu mai mult	6,0
13.	CCO-Cr, mg/L O, nu mai mult	30,0
14.	Agenţii bolilor	Apa nu trebuie să conţină agenţi ai bolilor
15.	Numărul coli bacililor lactozopozitivi în 1 L apă (CBLP), nu mai mult	5000
16.	Colifagi (în unităţi formatoare de plăgi), nu mai mult**	100
17	Ouşoare viabile de helminţi (ascaride, tricocefali, toxocara, fasciola, oncosfera, teniaze) şi chiste viabile a protozoarelor patogene-intestinale	Nu trebuie să se conţină
18.	Substanţe chimice	Nu trebuie să se conţină în concentraţii, care depăşesc concentraţia maxim admisă sau nivelul de poluare a apei
Numărul organismelor unicelulare se apreciază în col/ml, membranoase şi filiforme - în mg/L. ** La depistarea colifagilor peste normele stabilite şi eu contul situaţiei epidemiologice trebuie suplimentar să fie efectuate investigaţii virusologice corespunzătoare.		

Calitatea apei de irigare a fost evaluată de Ayers R.S., Westcot D.W. (1994), menţionând problema de infiltrare şi efectele de toxicitate cu recomandarea concentraţiei maxim admise în apa de irigare (Cd, Mo – 0,01 mg/L; Se – 0,02 mg/L; Co – 0,05 mg/L; As, Cr, Be, V – 0,1 mg/L; Cu, Mn, Ni – 0,2 mg/L; F – 1,0 mg/L; Zn – 2 mg/L; Li - 2,5 mg/L; Al, Fe, Pb – 5 mg/L) şi interpretarea calităţii apei pentru irigare ce include potenţiala problemă în irigare şi restricţii în utilizarea apei [1].

În acest context este necesar de evaluat calitatea apei folosite la irigaţii în diferite anotimpuri şi de menţionat în documentele normative naţionale parametrii şi valorile lor

pentru monitorizarea calităţii apelor, iar, în baza lor, de calculat coeficienţii de irigare, de menţionat metoda de folosire a apei pentru a minimiza sau preveni degradarea solului, a bonităţii acestuia, a calităţii şi cantităţii produselor agricole irigate.

Tabelul 5. Calitatea apei recomandată pentru udatul culturilor din sere

Parametrii	Unitatea de măsurare	Castraveţi (grunt)	Tomate (grunt)	Culturi de dimensiuni mici
pH	un. pH	6,0 – 7,0	6,0 – 7,0	6,0 – 7,0
Reziduul sec	mg/L	< 500,0	< 1000,0	500,0 – 700,0
Alcalinitatea totală	me/L	< 7,0	< 7,0	< 4,0
calciu	mg/L	< 350,0	< 350,0	< 100,0
fier	mg/L	1,0	1,0	1,0
mangan	mg/L	1,0	1,0	0,5
sodiu	mg/L	100,0	150,0	30,0 – 60,0
cupru	mg/L	1,0	1,0	0,5
bor	mg/L	0,5	0,5	0,3
zinc	mg/L	1,0	1,0	0,5
molibden	mg/L	0,25	0,25	0,25
cadmiu	mg/L	0,001	0,001	0,001
plumb	mg/L	0,03	0,03	0,03
sulfaţi (calcul la S)	mg/L	60,0	100,0	60,0
cloruri	mg/L	100,0	150,0	50,0
fluor	mg/L	0,6	0,6	0,6

II) Proprietăţile şi indicii apei de irigare.

Pentru a evalua proprietăţile de irigare ale apei s-au utilizat diferite metode pe baza rezultatelor analizelor compoziţiei fizico-chimice. Un studiu a fost efectuat în funcţie de conţinutul total de săruri dizolvate (mineralizarea totală): la maximum 400 mg/L apa este caracterizată ca bună pentru irigare; apa care conţine săruri solubile până la 1000 mg/L necesită o abordare atentă, ţinând seama de întreaga gamă de condiţii pentru utilizare; apa care conţine săruri solubile de la 1000 mg/L până la 3000 mg/L este considerată periculoasă pentru irigare; apa, care conţine săruri solubile de la 4000 mg/L sau mai mult, provoacă salinizarea solului [29]. Au fost propuse şi evaluări folosind indicii de irigare, calculaţi în baza parametrilor chimici ai apei:

- Riscul de sodiu prin calculul raportului de adsorbţie al sodiului, SAR (în me/L); (SAR = [Na+] : $[(Ca^{2+} + Mg^{2+}):2]^{0,5}$), unde la *SAR<10 apa este excelentă; SAR 10-18 – bună; SAR 18-26 – satisfăcătoare; SAR >26 – nesatisfăcătoare pentru irigare* [14].
- Metoda Stebler, care implică calcularea caracteristicilor alcaline sub forma coeficienţilor de irigare, K (în me/L); (K_1 = 288 / 5rCl, la $rNa^+ < rCl^-$; K_2 = 288 / (rNa^+ + 4rCl^-), la $rCl^- + SO_4^{2-} > rNa^+ > rCl^-$; K3 = 288 / ($rNa^+$ + 5rCl^- + 9r SO_4^{2-}), la $rNa^+ > rCl^- + SO_4^{2-}$), unde la *K>18 apa este bună; K 18-6 – satisfăcătoare; K 6-1,2 – nesatisfăcătoare; K <1,2 – dăunătoare pentru irigare* [27].
- Raportul de adsorbţie a magneziului, MAR (în me/L); (MAR = $[Mg^{2+}]/[Ca^{2+} + Mg^{2+}]$). *Apa este potrivită pentru irigare la MAR <50% şi nepotrivită la MAR >50%, deoarece va dăuna solul* [11].

- Indicele numit procentul de sodiu schimbabil, SSP (în me/L); (SSP = $[Na^+ + K^+]$ x 100 / $[Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+ + K^+]$). La *SSP<20 apa este excelentă; SSP 20-40 - bună; SSP 40-60 - permisă; SSP 60-80 - suportabilă şi SSP>80 – nesatisfăcătoare* pentru uz în irigare[22].
- Carbonatul de sodiu rezidual, RSC (în me/L); (RSC = $[HCO_3]$ – $[Ca^{2+} + Mg^{2+}]$). La *RSC<2,25 apa este excelentă; la RSC 1,25-2,5 - calitate medie şi la RSC>2,5 – nesatisfăcătoare pentru irigare* [6].
- Dependenţa dintre adsorbţia sodiului din sol şi a concentraţiei lui din apă prin coeficientul schimbului de ioni, folosit pentru estimarea capacitaţii apei de alcalinizare a solului la irigare, K (în mmol/L); (K = $[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}] / [Na^+]$ x 0,23 C), unde C este mineralizarea apei (g/L). La *K>1 apa-i acceptabilă pentru irigare, iar la K<1 – neacceptabilă* [23].
- Indicele de permeabilitate, PI (în me/L); (PI = $[Na^+]+[HCO_3^-]^{0,5}$ x 100 / $[Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+]$). Când valoarea PI este mai mare de 75%, apa este considerată potrivită pentru irigare [4].

Prezintă interes şi estimarea calităţii apei pentru irigarea culturilor de seră şi pepinieră menţionate de Nicolescu C., etc (2011) [13] (tab. 7).

Tabelul 7. Gradele de calitate a apei pentru irigarea culturilor de seră şi pepinieră.

Grade de calitate	Conductivitate electrică CE $\times 10^{-3}$ (milimhos)	Săruri total / mineralizarea (ppm)	sodiu, SSP (săruri % Na)	SAR	pH
Excelentă	0,25	175	20	3	6,5
Bună	0,25-0,75	175-525	20-40	3-5	6,5-6,8
Admisibilă	0,75-2,0	525-1400	40-60	5-10	6,8-7,0
Îndoielnică	2,0-3,0	1400-2100	60-80	10-15	7,0-8,0
Improprie	>3,0	>2100	>80	>15	>8,0
Pentru conversia aproximativă a CE pentru părţi per milion se utilizează următoarele calcule: Milimhos: [ppm] = (CE x 10^{-3}) x 670; Micromhos: [ppm] = (CE x 10^{-6}) x 0,67.					

Pentru specificarea calităţii apei în scop de irigare au fost elaborate ghiduri de lucru privind calitatea apei pentru diferite domenii de utilizare, inclusiv irigare. Unii parametri ai apei destinate irigaţiei au următoarele valori: atrazin – 10,0 µg/L; Be – 100,0 µg/L; Cd – 5,1 µg/L; Cr^{3+} şi Cr^{6+} - respectiv 4,9 şi 8,0 mg/L; Co – 50,0 µg/L; Mn -200,0 µg/L; Ni – 200,0 µg/L; simazin – 0,5 µg/L; Zn în dependenţă de pH-ul solului – de la 1,0 la 5,0 µg/L, etc. [3, 20]. Problemele legate de alimentarea cu apă şi irigare includ atât calitatea, cât şi cantitatea [18].

Sinteza informaţiei existente privind pericolul substanţelor chimice din apa folosită la irigare asupra proprietăţilor solului denotă că este obligatoriu de avut document normativ naţional privitor la parametrii de calitate a apei, evaluarea obligatorie a lor, inclusiv şi in diferite anotimpuri, iar în baza parametrilor chimici, de calculat coeficienţii de irigare pentru a preveni degradarea solului, a calităţii şi cantităţii produselor agricole.

Situaţia practică este de a avea mai multe surse de apă, din care să se facă o selecţie în baza unui studiu detaliat al problemelor, care ar putea apărea ulterior utilizării apei în irigaţie. Liniile directoare prezentate în această lucrare s-au bazat în mare măsură pe informaţia existentă, dar pot fi folosite pentru a da mai multă practicitate în folosirea apei pentru irigare.

Concluzii

- Evaluarea conţinutului total de săruri solubile, a ionilor toxici şi valoarea raportului de adsorbţie a sodiului (SAR) este necesară pentru a evidenţia riscul de salinizare a solului. .
- Procentul de sodiu de schimb (PSS) demonstrează riscul de sodiu pentru sol.
- Cantitatea de cloruri, sulfat, sodiu şi bor pot prezenta pericol pentru plante chiar dacă nivelul de sare nu este excesiv.
- Este necesar ca la intervale determinate de timp să se efectueze analiza apei (valorile tuturor parametrilor) pentru a calcula indicii de irigare a apei şi estima gradul de pericol asupra solului şi plantelor.
- Calitatea apei trebuie evaluată şi în cazul irigării culturilor de seră şi pepinieră.
- Este necesar de elaborat documentul normativ naţional privitor la parametrii de calitate a apei pentru irigare.

Bibliografie.

1. Ayers R.S., Westcot D.W. Water quality for agriculture. Irrigation and drainage. //Paper 29, rev. 1. FAO. Reprinted 1989, 1994, 186 p. http://www.fao.org/docrep/003/T0234E/T0234E00.htm

2. Boaghe, L.; Filipciuc, V.; Moşoi Iu. *Modificarea compoziţiei humusului cernoziomului tipic la irigarea prin picurare*. //Lucrări ştiinţifice, 41. Universitatea Agrară de Stat din Moldova. Chişinău, 2014, p. 126-128.

3. British Columbia Working Water Quality Guidelines: Aquatic Life, Wildlife and Agriculture, Water Protection and Sustainability Branch. Ministry of Environment, 2017, 37 p.

4. Chandu, S.N., N.V. Subbarao and S.R. Prakash. Suitability of groundwater for domestic and irrigational purposes in some parts of Jhansi District. //U.P.Bhujal Newa. 1995, 10(1), p. 12-17.,

5. Directiva Cadru 2000/60/CE a Parlamentului European şi a Consiliului din 23 octombrie 2000 (JO L 327, 22.12.2000).

6. Eaton, F. M. Significance of carbonates in irrigation waters. //Soil Sci. 1950, 69, p. 123-133.

7. Filipciuc, V. Pretabilitatea solurilor şi apelor la irigaţie. //Seceta şi metode de minimalizare a consecinţelor nefaste. Chişinău, 2007, p. 10-11.

8. Hotărârea Guvernului nr. 409 din 04.06.2014 cu privire la aprobarea Strategiei naţionale de dezvoltare agricolă şi rurală pentru anii 2014-2020**.** MO nr. 152 din 10.06.2014, art. nr. 451.

9. Hotărârea Guvernului Nr. 626 din 20.08.2011cu privire la aprobarea Programului şi a Planului de acţiuni de conservare şi sporire a fertilităţii solurilor pentru anii 2011-2020. MO nr. 139-145 din 26.08.2011, art. nr. 696.

10. Hotărârea Guvernului nr. 751 din 05.10.2011 cu privire la aprobarea Programului de dezvoltare a gospodăririi apelor şi a hidroameliorației în Republica Moldova pentru anii 2011-2020. MO nr. 170-175 din 14.10.2011, art. nr. 830.

11. Joshi D.M, Kumar A and Agrawal N. Assessment of the irrigation water quality of River Ganga in Haridwar District India. //RASAYAN J. Chem., 2009, 2 (2), p. 285-292.

12. Krupenikov, I. A., Boincean, B.P., Dent, D. Ecological Principles for Sustainable Agriculture on Chernozem Soils. //The Black Earth. International Year of Planet Earth 10, 2011, 146 p.

13. Nicolescu C., Şovăială Gh., Popescu Alina Iolanda, Matache Gabriela. Aspecte privind calitatea apei ca problemă importantă pentru irigaţii. //Mater. a XI-a Conferinţă Naţională multidisciplinară – cu participare internaţională "Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii româneşti". Sebeş, 2011, p. 483-488.

14. Oster J. D., Sposito Garrison. The Gapon coefficient and the exchangeable sodium percentage-sodium adsorption ratio relation. //Soil Science Society of America Journal,1980, 44 (2), p. 258.

15. Phocaides A. Handbook on pressurised irrigation techniques. //Second Edition. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 2007, 282 p.

16. Programul Naţional privind implementarea obiectivelor stabilite în temeiul Protocolului privind Apa şi Sănătatea în Republica Moldova pentru anii 2016-2025. Aprobat prin Hotărârea Guvernului nr.1063 din 16.12.2016. Monitorul Oficial nr. 314 din 20.09.2016 art. nr. 1141.

17. Sireţanu, D. I., Feodorov, Zoia I., Băbălău, V. A., etc. Regulament igienic. Protecţia bazinelor de apă contra poluării. Chişinău, 1997, 21 p.

18. STAS 9450/88. Apă pentru irigarea culturilor agricole. Clasificare, calitate.

19. Teutsch, G., Krueger, E. Water Science Alliance. //White Paper – Priority research fields. Leipzig (Eds.) 2010, 44 p.

20. UCCC (University of California Committee of Consultants). *Guidelines for Interpretations of water Quality for Irrigation. //Technical Bulletin,* 1974, p. 20-28.

21. Ursu, A. *Pedologie aplicativă. Domenii şi metode*. Chişinău: AŞM, 2012. 143 p.

22. Wilcox LV. Classification and use of irrigation water. //US Department of Agriculture. Circular 969. Washington, DC, 1955, 21 p.

23. Антипов-Каратаев И.Н., Кадер Г.Н. К мелиоративной оценке поливной воды, имеющей щелочную реакцию. Почвоведение, 1961, 3, с. 60-65.

24. Безднина С. Я. Качество воды для орошения, принципы и методы оценки. М., 1997, 186 с.

25. ГОСТ 17.1.2.03-90. Охрана природы. Гидросфера. Критерии и показатели качества воды для орошения. (Ultima modificare: 21.12.2017).

26. Мошой, Ю.Г. *Влияние орошения на гумусное состояние черноземов*. //Автор. дисс. уч. степ. к.с.-х.н. Харьков, 1992. 16 с.

27. Никаноров А. М. Гидрохимия. М., 1985, 347 с.

28. Нормы качества воды в РФ. Рекомендуемое качество воды для полива тепличных культур. https://www.dpva.ru/Guide/GuideTechnologyDrawings/WaterSupplyWasteWater/WaterInRF/

29. Радов А. С., Пустовой И. В., Корольков А. В. Практикум по агрохимии. М.: Агропромиздат, 1986. 308 с.

30. Унгуреану Ф. В., Скрипчинская Л. В., Кокырца П. Н. и др. Использование минеральных вод для орошения сельскохозяйственных культур в Республике Молдова. Кишинев, 1991, 52 с.