

CZU: 632.11:633.854.78(478)

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7442316>

## REAȚIA HIBRIZILOR DE FLOAREA-SOARELUI *HELIANHUS ANNUUS* L. LA CONDIȚIILE CLIMATERICE DIN DIFERITE ZONE ALE REPUBLICII MOLDOVA

*Ion BURCOVSCHI, Ruslan TABACARI\**

*Universitatea de Stat din Moldova*

*\*Comisia de Stat pentru Testarea Soiurilor de Plante*

În contextul aridizării climei în Europa de Sud-Est, floarea-soarelui prezintă potențial de adaptare la condițiile climaterice în schimbare. Obiectivul acestui studiu rezidă în evaluarea interacțiunii dintre genotip și condițiile de mediu (în special de cantitatea de precipitații), prin prisma productivității hibridilor de floarea-soarelui. Au fost evaluate recoltele de semințe la 21 de hibridi de floarea-soarelui pe parcursul a 6 ani (2015-2020) în 5 locații din diferite regiuni ale Republicii Moldova. Rezultatele indică corelații pozitive ale recoltei de semințe nu doar cu cantitatea de precipitații din perioada de vegetație (aprilie-septembrie), dar și cu cantitatea de precipitații din sezonul rece precedent sezonului de cultivare (octombrie-martie). Pentru evaluarea surselor de variabilitate s-a recurs la analiza dispersională ANOVA. În rezultat s-a demonstrat că condițiile agrometeorologice din diferiți ani și diferite locații sunt principalele surse de variație a recoltei de floarea-soarelui, prevalând evident asupra caracteristicilor genetice ale hibridilor.

*Cuvinte-cheie: floarea-soarelui, precipitații, condiții de mediu, recoltă, variabilitate.*

### RESPONSE OF SUNFLOWER HYBRIDS *HELIANHUS ANNUUS* L. TO THE WEATHER CONDITIONS IN DIFFERENT AREAS OF THE REPUBLIC OF MOLDOVA

In the context of increasing drought tendency in south-eastern Europe, sunflower has the potential to adapt to changing climatic conditions. The objectives of this study were to evaluate the interaction between genotype and environmental conditions (especially precipitation), in terms of the productivity of sunflower hybrids. Seed yields were evaluated in 21 sunflower hybrids over 6 years (2015-2020) in 5 locations from different regions of the Republic of Moldova. The results indicate positive correlations not only between the amount of precipitation during the growing season (Apr.-Sept.) but also between the amount of precipitation before the growing season (Oct.–Mar). Variance analysis (ANOVA) was used to evaluate the sources of variability. As a result, it has been shown that the agrometeorological conditions of different years and different locations are the main sources of variation of the sunflower yield, being more important than the genetic characteristics of hybrids.

*Keywords: sunflower, precipitation, environmental conditions, yield, variability.*

### Introducere

În Republica Moldova recolta medie de floarea-soarelui pentru ultimii 10 ani (2011-2020) constituie 1,73 t/ha, ceea ce este mai puțin decât media pe perioada similară în țările vecine (România – 2,15 t/ha și Ucraina – 2,08 t/ha) [1]. Unul dintre factorii care provoacă această discrepanță este și cultivarea hibridilor comerciali de import care, de cele mai multe ori, sunt productivi și rezistenți la secetă și boli. Interacțiunea acestor hibridi cu condițiile specifice ale locului de cultivare rămâne a fi însă necunoscută, ceea ce creează impedimente în zonarea corectă și realizarea completă a potențialului genetic al hibridilor.

În prezent floarea-soarelui este cultivată în cele mai diferite zone geografice, iar marii producători de hibridi comerciali sunt, de regulă, companii transnaționale care încearcă să creeze hibridi „universali” pentru diverse regiuni. În aceste condiții, cunoașterea efectului condițiilor locale de mediu asupra creșterii și dezvoltării hibridilor de floarea-soarelui ar putea spori considerabil productivitatea acestei culturi [2]. Având în vedere că caracteristicile genotipului sunt stabile în timp, iar condițiile mediului prezintă variații semnificative de-a lungul anilor și locațiilor, identificarea celui mai productiv hibrid pentru anumite condiții de mediu este posibilă prin testarea acestora. Această procedură este esențială pentru a maximiza productivitatea hibridilor de floarea-soarelui în diverse medii și pentru a elucida efectul genotipului (G), mediului (E) și al interacțiunii lor (GEI). Investigarea reacției genotipurilor la diferite medii este una dintre cele mai dificile sarcini pentru ameliorarea plantelor [3]. Estimarea fiabilă a măsurii în care genotipul, prin interacțiunea cu mediul (GEI), afectează trăsături ce prezintă interes, este un element important pentru evaluarea și selecția genotipurilor, în special pentru anumite regiuni țintă.

În condițiile instabilității climatice condiționate de încălzirea globală, este de preferat să se studieze natura interacțiunii genotip-mediul în sistemul „genotip-an-locație”, datorită gradului ridicat de influență a condițiilor meteorologice ale anului de cultivare asupra variabilității recoltei.

Scopul studiului este de a evalua interacțiunea dintre genotip și condițiile de mediu, prin prisma productivității hibrizilor de floarea-soarelui.

### Material și metode

**Materialul biologic.** Hibrizii de floarea-soarelui folosiți în studiul dat au servit ca grup de control în experiențele de testare a hibrizilor pe loturile Comisiei de Stat pentru Testarea Soiurilor de Plante (CSTSP). În diferiți ani au fost evaluați de la 6 până la 15 hibrizi de floarea-soarelui (notați convențional de la H1 la H21), care aparțin la diferite grupe de maturitate. Genotipurile incluse în studiu reprezintă hibrizi de origine străină (produși de companiile: Limagrain, Syngenta, Maisadour, Euralis) și autohtonă (produși de: AMG-Agroselect și ICC „Selecția”), caracterizați prin productivitate înaltă, rezistenți la secetă și la agenți patogeni. Datele au fost colectate în perioada anilor 2015-2020. Experiențele de câmp au fost montate în sistem de blocuri aleatorii în cinci repetiții, fiind aplicate câte 250 kg/ha de nitroamofos, la semănat. Pe terenurile de testare nu au fost aplicate erbicide, fungicide și insecticide, nu s-a practicat irigarea. Culturi predecesoare în toate cazurile au fost cerealele păioase. Loturile experimentale sunt situate în cinci locații din cele 3 zone agroclimaterice ale Republicii Moldova: Nord (Visoca, Pelenia), Centru (Băcioi) și Sud (Grigorievca, Svetlii).

Datele meteorologice au fost colectate din bazele de date ale Serviciului Hidrometeorologic de Stat din Republica Moldova și completate cu datele meteorologice înregistrate nemijlocit la sectoarele de testare ale CSTSP.

Interacțiunea genotipului cu mediul, precum și ponderea contribuției factorilor în varianța recoltei, au fost determinate în baza analizei dispersionale realizate prin testul ANOVA bifactorial [4]. Datele primare au fost prelucrate statistic folosind programul XLSTAT.

### Rezultate și discuții

Pe parcursul perioadei de evaluare cantitatea de precipitații în sezonul rece precedent sezonului de vegetație (Pr) a depășit nivelul de 250 mm, în medie pe toate localitățile analizate, excepție constituind doar ultimii doi ani (2019 și 2020). Astfel, în sezonul rece precedent sezonului de vegetație 2019 s-au înregistrat în medie 130 mm, iar iarna 2019/2020 a fost extrem de uscată cu o medie a precipitațiilor de 84 mm (Tab.1). Cantitatea de precipitații în sezonul de vegetație (Pv) a fost moderată, cuprinsă în limitele 169 mm – 307 mm, cu cele mai mici valori în anii 2015 (169 mm), 2018 (222 mm) și 2020 (226 mm). Media precipitațiilor pe toate 5 locații nu permite caracterizarea directă a impactului precipitațiilor și corelația lor cu productivitatea florii-soarelui, din cauza distribuției spațiale neuniforme a precipitațiilor.

Distribuția spațială neuniformă a precipitațiilor și a temperaturii se reflectă inclusiv prin coeficientul de variație (CV), care indică valori incluse între 16,8% și 39,3% pentru cantitatea de precipitații. Temperatura variază mult mai puțin în dependență de poziția geografică; astfel, cu excepția anului 2020, când CV a temperaturii medii din perioada de vegetație a constituit 7%, parametrul dat nu a depășit 4%. Trebuie de menționat că atât precipitațiile, cât și temperaturile au o distribuție și mai puțin uniformă în dependență de an, coeficientul de variație a cantității de precipitații (Pr și Pv) fiind, de regulă, peste 45%, iar în unele localități poate depăși și 60%.

**Tab. 1**

**Condițiile meteorologice în locațiile și anii de studiu**

Locația	2015			2016			2017			2018			2019			2020		
	Pr	Pv	T°	Pr	Pv	T°	Pr	Pv	T°	Pr	Pv	T°	Pr	Pv	T°	Pr	Pv	T°
Visoca	263	190	18,4	320	312	18,0	331	303	18,2	291	334	19,3	193	355	17,8	123	262	16,8
Pelenia	237	145	18,9	234	233	18,6	262	305	17,6	219	164	18,8	148	286	18,2	80	154	17,4
Băcioi	311	132	20,1	215	354	19,5	246	326	18,8	383	250	20,4	81	154	19,4	87	365	19,4
Grigorievca	231	183	19,4	299	224	19,4	201	365	18,6	339	170	19,9	136	244	19,1	72	186	19,1

Svetlîi	191	194	20,0	229	275	19,8	203	234	19,2	242	193	20,4	97	271	19,4	59	162	19,7
Media	247	169	15,1	260	279	20,5	249	307	18,2	295	222	19,6	131	262	18,7	84	226	18,2
CV (%)	18,0	16,8	3,7	18,1	19,5	3,9	21,4	15,5	3,3	22,9	32,0	3,6	33,7	27,8	3,9	28,6	39,3	7,0

**Notă:** (Pr) Precipitații (mm) căzute în perioada rece precedentă sezonului de vegetație (octombrie-martie);

(Pv) Precipitații căzute în perioada de vegetație (aprilie-septembrie);

(T°) temperatura (°C) medie din sezonul de vegetație.

Judecând după media recoltei din toate cele cinci locații (Tab.2), cei mai favorabili ani pentru floarea-soarelui au fost anul 2017, cu o recoltă medie de 3,38 t/ha, și anul 2018, cu o recoltă de 3,27 t/ha. Cei mai puțin favorabili au fost anul 2015, cu o recoltă medie de 2,99 t/ha, și anul 2020, cu o recoltă medie de 2,82 t/ha. Productivitatea scăzută în anii 2020 și 2015 se explică prin seceta manifestată în majoritatea locațiilor participante în studiu. Dacă în anul 2015 cantitatea mică de precipitații din perioada de vegetație se completează parțial cu precipitațiile din sezonul rece anterior, în 2020 efectele secetei au fost mult mai pronunțate din cauza carenței precipitațiilor în sezonul rece, precum și temperaturilor înalte din perioada de vegetație. Deși în anul 2020 media Pv pe locațiile analizate este mai mare comparativ cu 2018, o bună parte din precipitații au căzut în ultimele decade ale lunilor mai și septembrie, exercitând un efect mai redus asupra productivității florii-soarelui. Astfel, în pofida faptului că în anul 2020 în unele localități formal nu se atestă un deficit hidric accentuat, productivitatea florii-soarelui a fost afectată de stresul hidric din perioadele fiziologice critice pentru această cultură.

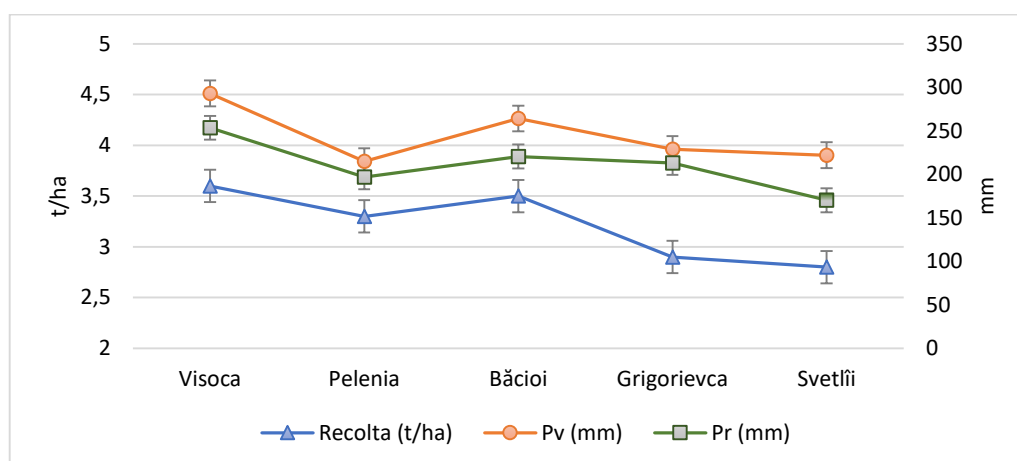
Recolta medie anuală per hibrid a variat de la 2,50 t/ha pentru hibridul H3 până la 3,88 t/ha pentru hibridul H20, cu o medie generală pe toți hibridii și toți anii de 3,16 t/ha (Tab.2). Hibridul H20 a avut cea mai mare recoltă medie (pentru anii în care a fost inclus în studiu) – 3,74 t/ha, iar hibridul H21 a avut cea mai mică recoltă medie – 2,77 t/ha. Majoritatea hibridilor testați au prezentat cea mai înaltă productivitate în anul 2017, fapt ce ar putea fi explicat prin distribuția uniformă a precipitațiilor, atât în timp, cât și în spațiu. De remarcat că în sezonul de vegetație 2017 în fiecare lună și în majoritatea localităților incluse în studiu au căzut nu mai puțin de 20 mm de precipitații, astfel asigurându-se un minim de umiditate în fazele critice pentru floarea-soarelui.

Tabelul 2

## Recolta medie (t/ha) a genotipurilor luate în studiu

Anul	Codul hibridului																					Media, an
	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	
2015	-	-	-	2,94	3,06	-	-	-	-	3,12	2,98	-	-	-	-	3,01	2,66	-	-	-	-	2,99
2016	3,43	-	2,79	2,74	3,55	-	3,01	3,62	3,16	3,20	-	2,82	-	3,09	-	2,80	-	3,12	-	3,55	-	3,14
2017	3,76	-	2,50	2,83	3,69	-	2,83	3,73	3,20	3,32	3,02	2,95	-	3,37	-	3,79	3,70	3,34	-	3,88	-	3,38
2018	3,60	-	3,10	-	-	3,45	-	3,39	2,64	2,77	2,97	-	-	-	3,60	-	3,41	3,25	-	3,80	-	3,27
2019	2,78	3,56	-	-	-	3,64	3,46	-	-	-	-	-	3,18	-	3,10	-	2,98	-	3,29	-	2,99	3,22
2020	-	2,81	-	-	-	2,83	-	-	-	-	-	-	2,96	-	2,94	-	-	-	2,82	-	2,54	2,82
<b>Media</b>	3,39	3,19	2,80	2,84	3,43	3,30	3,10	3,58	3,00	3,10	2,96	2,89	3,07	3,23	3,21	3,20	3,25	3,24	3,06	3,74	2,77	<b>3,16</b>

Distribuția valorilor medii ale recoltei pe toți anii incluși în studiu, pentru fiecare locație în parte, permite să observăm că recolta medie per locație scade progresiv de la Nord spre Sud, începând cu Visoca, unde s-a înregistrat o recoltă medie de 3,6 t/ha și finalizând cu Svetlîi, unde recolta medie a fost de 2,8 t/ha. Productivitatea este un criteriu complex influențat nu atât de suma precipitațiilor, cât de distribuția lor în spațiu și timp, precum și de interacțiunea genotipului cu alți factori biotici și abiotici ai mediului [5]. În acest sens cele mai înalte valori medii ale Pv pentru 6 ani s-au înregistrat în Visoca – 293 mm și Băcioi – 264 mm, iar cele mai mici valori în Pelenia – 215 mm și Svetlîi – 222 mm (Fig.1).



**Fig.1.** Distribuția spațială a valorilor medii ale recoltei (t/ha) și precipitațiilor împărțite în: Pv (precipitațiile din perioada de vegetație) și Pr (precipitațiile din perioada rece anterioară sezonului de vegetație). Mediile au fost calculate pentru anii 2015-2020.

Am constatat existența unor corelații pozitive între precipitațiile din perioada de vegetație (Pv) și recoltă ( $r = 0,64$ ); rezultate similare menționează și alți autori [6]. Totodată, precipitațiile din sezonul rece anterior sezonului de vegetație (Pr) la fel au prezentat o corelație pozitivă cu recolta ( $r = 0,62$ ). Deci, putem afirma că pentru floarea-soarelui sunt importante atât precipitațiile din perioada de vegetație, cât și precipitațiile din sezonul rece, deoarece ele permit acumularea de rezerve de apă în sol, care sunt accesibile pentru această cultură. Mijić [7] menționează că indicii de corelație între cantitatea de precipitații și recoltă depind și de fertilitatea solului; astfel, un sol mai puțin fertil va condiționa o corelație mai strânsă, deoarece nu va putea compensa stresul provocat de secetă.

Analiza dispersională permite descompunerea varianței de interacțiune genotip-mediu în componente și identificarea cantitativă a diferitor tipuri de interacțiune (genotip-an și genotip-locație). Calculul ponderii factorilor în variația recoltei a arătat că factorii cu cel mai mare impact sunt cei de mediu (an și locație). Analiza dispersională bifactorială genotip-an (Tab.3 B) a identificat semnificația impactului condițiilor climaterice specifice ale anului asupra productivității, indiferent de zona agroclimaterică din care face parte locația dată. Media pe toate cele cinci locații a ponderii condițiilor meteorologice ale anului în varianța recoltei este de circa 38%, pe când ponderea genotipului – în medie de 9%. De menționat că ponderea interacțiunii factorilor genotip-an în unele localități, precum Visoca și Svetlîi, depășește 50%. Rezultate similare au fost raportate și de alți autori [7-9], care afirmă că ponderea genotipului în varianța recoltei nu depășește 12%.

**Tabelul 3**

**Ponderea factorilor (%) în varianța recoltei în funcție de an (A) și de locație (B)**

A

B

Anul	Sursa de varianță		
	Genotip	Locație	Interacțiune
2015	10,6	30,2	46,7
2016	30,9	25,3	36,3
2017	39,3	26,7	29,2
2018	20,1	59,9	16,3
2019	10,8	57,3	27,7
2020	7,8	68,3	10,2

Locația	Sursa de varianță		
	Genotip	An	Interacțiune
Visoca	9,1	32,4	52,2
Pelenia	2,7	51,4	33,4
Băcioi	5,7	48,1	23,1
Grigorievca	17,4	34,8	44,0
Svetlîi	11,4	26,4	57,9

Dacă considerăm că în condiții prielnice ponderea genotipului ca sursă de varianță crește, putem observa că anii cu cele mai uniforme condiții climaterice au fost anii 2016 și 2017, în care ponderea locației asupra varianței recoltei nu depășește 27%. Acest fapt mai poate fi explicat și printr-o distribuție spațială uniformă a precipitațiilor, fapt ce poate fi confirmat de coeficientul de variație a precipitațiilor și a temperaturii (Tab.1), care în acești ani este mai mic decât în alți ani incluși în studiu. Totuși, dacă analizăm doar media anuală a recoltei, atunci aceasta pentru anul 2018 (3,27 t/ha) și anul 2019 (3,22 t/ha) este mai mare decât media anuală a recoltei pentru anul 2016 (3,14 t/ha). Acest fenomen poate fi ușor explicat prin distribuția neuniformă a precipitațiilor și, respectiv, a recoltei în anii menționați. De exemplu, în 2018 în Visoca s-a constatat o recoltă de 4,27 t/ha, iar în Svetlii – de 2,67 t/ha, iar media anuală constituie 3,27 t/ha (CV – 22,7%). În 2016, însă, putem constata o distribuție mai uniformă a precipitațiilor și, respectiv, recolta medie anuală a fiecărei locații nu scade sub 2,8 t/ha și nu depășește 3,4 t/ha, CV în acest caz fiind egal cu 15,6%. Ponderea factorului „anul cultivării” constituie în medie 38% și variază de la 51,4% (localitatea Pelenia) la 26,4% (localitatea Svetlii), iar ponderea factorului „locație” variază de la 68,3% (în 2020) la 25,3% (în 2016) și înregistrează o medie de 45%. Ponderea contribuției factorului „genotip” este, de regulă, mai mică de 20% în majoritatea locațiilor. Condițiile meteorologice ale sezonului de vegetație din anii de testare a hibridilor de floarea-soarelui au fost caracterizate de o variabilitate semnificativă, din care cauză condițiile meteo ale locației sau ale anului de cultivare sunt principalele surse de varianță a recoltei.

### Concluzii

Recolta medie variază semnificativ atât în funcție de an, cât și în funcție de localitate. Am constatat o corelație directă rezonabilă între cantitatea de precipitații căzută în perioada de vegetație și valorile recoltei. În unii ani un rol important pentru productivitatea florii-soarelui au avut precipitațiile din sezonul rece, care permit acumularea rezervelor de umiditate accesibile acestei culturi.

Analiza varianței subliniază ponderea condițiilor climatice specifice anului asupra productivității. Media ponderii condițiilor meteorologice ale anului în variația recoltei este, în toate cele cinci locații, de aproximativ 38%, iar contribuțiile relative ale factorului „locație” constituie în medie 45%. Contribuția relativă a „genotipului” este de obicei mai mică de 20% în majoritatea locațiilor. Trebuie remarcat faptul că ponderea interacțiunilor de tip genotip-an și genotip-locație este de asemenea importantă și în anumite locații poate depăși 50%.

Deci, condițiile meteorologice ale locației sau ale sezonului de vegetație și interacțiunea lor cu genotipul sunt principalele surse de varianță a recoltei.

### Referințe:

1. Baza de date FAO. Disponibil: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> [Accesat: 12.05.2022]
2. MARINKOVIĆ, R., JOCKOVIĆ, M., MARJANOVIĆ-JEROMELA, A., et al. Genotype by environment interactions for seed yield and oil content in sunflower (*H. annuus* L.) using AMMI model. In: *Helia*, 2011, vol.34(54), p.79-88.
3. JOCKOVIĆ, M., CVEJIĆ, S., JOCIĆ, S., et al. Evaluation of sunflower hybrids in multi-environment trial (MET). In: *Turkish Journal of Field Crops*, 2019, vol.24(2), p.202-210.
4. YAN, W. *Crop Variety Trials: Data Management and Analysis*. John Wiley and Sons, 2014.
5. DEIBERT, E.J., UTTER, R.A. Sunflower growth and nutrient uptake: Response to tillage system, hybrid maturity and weed control method. In: *Soil Science Society of America Journal*. 1989, vol.53(1), p.133-138.
6. MILOŠEVIĆ, D., SAVIĆ, S.M., STOJANOVIĆ, V., POPOV-RALJIĆ, J. Effects of precipitation and temperatures on crop yield variability in Vojvodina (Serbia). In: *Italian Journal of agrometeorology*, 2015, vol.20, p.35-46.
7. MIJIĆ, A., LIOVIĆ, I., KOVAČEVIĆ, V., PEPÓ, P. Impact of weather conditions on variability in sunflower yield over years in eastern parts of Croatia and Hungary. In: *Acta Agronomica Hungarica*, 2012, vol.60(4), p.397-405.
8. DIJANOVIĆ, D., KRALJEVIĆ-BALALIĆ, M., STANKOVIĆ, V., MIHAJLOVIĆ, I. *Stability parameters of oil and protein content in protein sunflower lines*. G.J. Seiler [ed.], Proc. 16th Intl, 2004.
9. MARJANOVIĆ-JEROMELA, A., MARINKOVIĆ, R., MIJIĆ, A., et al. Oil yield stability of winter rapeseed (*Brassica napus* L.) genotypes. In: *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 2008, vol.73, p.1-4.

**Notă:** Această publicație a fost realizată ca parte a Proiectului din cadrul Programului de Stat *Studii genetico-moleculare și biotehnologice ale florii-soarelui în contextul asigurării managementului durabil al ecosistemelor agricole*, cifrul 20.80009.5107.01.

**Date despre autori:**

**Ion BURCOVSCHI**, doctorand, Școala doctorală Științe Biologice, Geonomice, Chimice și Tehnologice; cercetător științific stagiar la Centrul de Genetică Funcțională, Universitatea de Stat din Moldova.

**E-mail:** burcowski@gmail.com

**ORCID:** 0000-0003-4417-3846

**Ruslan TABACARI**, șef Direcție testare VCU, Comisia de Stat pentru Testarea Soiurilor de Plante.

**E-mail:** ruslan.tabacari@cstsp.md

**ORCID:** 0000-0001-7172-2869

*Prezentat la 03.06.2022*