

DOI: 10.55505/SA.2023.1.01  
UDC: 633.854.78:631.559(478)



## IMPACTUL PRECIPITAȚIILOR ATMOSFERICE ASUPRA PRODUCTIVITĂȚII CULTURII DE FLOAREA-SOARELUI

Rodion DOMENCO<sup>1\*</sup>, ORCID: 0000-0002-2419-5602,  
Ion BURCOVSCHI<sup>1</sup>, ORCID: 0000-0003-4417-3846,  
Ilie BOIAN<sup>1</sup>, ORCID: 0000-0002-7632-2562,  
Rodica MARTEA<sup>1</sup>, ORCID: 0000-0002-1244-7147,  
Mihail MACHIDON<sup>2</sup>,  
Maria DUCA<sup>1</sup>, ORCID: 0000-0002-5855-5194

<sup>1</sup>Centrul de Genetică Funcțională, Universitatea de Stat din Moldova, Republica Moldova

<sup>2</sup>Comisia de Stat pentru Testarea Soiurilor de Plante a Ministerului Agriculturii și  
Industriei Alimentare, Republica Moldova

\*Correspondență: Rodion DOMENCO - e-mail: [rodion.domenco@gmail.com](mailto:rodion.domenco@gmail.com)

**Abstract.** The regime of atmospheric precipitation is one of the most important factors in determining sunflower harvest. Besides the sum of precipitation, an important role in sunflower development is also played by the annual distribution of precipitation amounts. The purpose of this study is to determine the impact of atmospheric precipitation on the sunflower productivity. Research objectives consist in identifying the correlations between sunflower harvest and precipitation, as well as identifying the period of the year when the recorded precipitation has a greater impact on crop productivity. In order to identify the periods when precipitation influences the production of sunflower seeds, the data on harvest and precipitation in 2015-2020 for 21 hybrids from five stations of the State Commission for Plant Variety Testing, located in different regions of the country were analyzed. Based on the correlation degree between the two variables, it was established that the precipitation recorded in the growing season (April - September) explains over 55% of the yield variability, while the precipitation recorded in the period June-July explains over 57% of the variability. Territorial distribution of precipitation in summer is very fragmentary. Although, as a rule, higher yields were recorded in the north and center of the country, there were also recorded situations when the distribution of precipitation during the year resulted in higher yield values in the south of the country.

**Key words:** *Helianthus annuus*; Hybrids; Precipitation; Crop yield; Correlation; Growing season.

**Rezumat.** Regimul precipitațiilor atmosferice este unul dintre factorii cei mai importanți în stabilirea recoltei de floarea-soarelui. Pe lângă suma precipitațiilor, un rol important în dezvoltarea florii-soarelui o are și distribuția cantităților de precipitații pe parcursul anului. Scopul prezentului studiu este determinarea impactului precipitațiilor atmosferice asupra productivității florii-soarelui. Obiectivele cercetării constau în identificarea corelațiilor dintre roada de floarea-soarelui și precipitații, precum și identificarea perioadei din an în care precipitațiile înregistrate au impact mai mare asupra productivității. Pentru identificarea perioadelor în care precipitațiile influențează producția de semințe de floarea-soarelui, am analizat datele despre roada și precipitații din perioa-

da 2015-2020, pentru 21 de hibrizi de la cinci stații ale Comisiei de Stat pentru Testarea Soiurilor de Plante, situate în diferite regiuni ale țării. În baza gradului de corelație între cele două variabile s-a stabilit că precipitațiile din perioada de vegetație (aprilie - septembrie) explică peste 55% din variabilitatea producției, iar precipitațiile din perioada iunie-iulie explică peste 57% din variabilitate. Distribuția teritorială a precipitațiilor în anotimpul de vară este foarte fragmentară. Deși, de regulă, producțiile mai mari s-au înregistrat în nordul și centrul țării, avem și situații când distribuția pe parcursul anului a precipitațiilor a determinat valori mai mari ale producției în sudul țării.

**Cuvinte-cheie:** *Helianthus annuus*; Hibrizi; Precipitații; Productivitate; Corelație; Perioadă de vegetație.

## INTRODUCERE

Agricultura este unul dintre cele mai importante sectoare în economia Republicii Moldova și care, spre deosebire de alte sectoare, este foarte dependentă de condițiile climaterice, în pofida perfecționării continue a tehnologiilor agricole și a potențialului genetic al soiurilor și hibrizilor de plante de cultură (Mavromatis, 2015; Rötter et al., 2013; Potopová et al., 2016). În multe țări în curs de dezvoltare, precum Republica Moldova, aceasta reprezintă o problemă iminentă și fundamentală, deoarece majoritatea populației rurale este dependentă direct sau indirect de agricultură (Potopová et al., 2016; Sutton et al., 2013).

Cu toate că floarea-soarelui are un potențial remarcabil de adaptare la schimbările climatice, efectul combinat al temperaturilor în creștere și distribuția neuniformă a precipitațiilor (Canavar, 2010; Debaeke, 2017; Sutton et al., 2013) determină vulnerabilitatea ei la condițiile de mediu. Efectul negativ al condițiilor de stres asupra productivității variază în funcție de etapele de dezvoltare a plantei, de intensitatea factorilor de stres, dar și de caracteristicile genetice ale hibridului cultivat (Marjanović-Jeromela et al., 2019).

Floarea-soarelui manifestă susceptibilitate înaltă la deficitul de apă în perioada de la începutul formării calatidiului până la umplerea semințelor, adică circa 45-60 de zile sau cu aproximativ 20 de zile înainte și după (Debaeke, 2017). Calendaristic, această perioadă este cuprinsă între 25-30 mai și 20-30 iulie. Stresul hidric în etapele de înflorire și umplere a boabelor cauzează cea mai mare reducere a recoltei, din considerentul obținerii unor calatidii și achene mai mici și a unui procent ridicat de semințe seci.

Acest studiu are ca scop evaluarea relațiilor dintre precipitații și productivitatea culturii de floarea-soarelui pe loturile experimentale ale Comisiei de Stat pentru Testarea Soiurilor de Plante (CSTSP).

## MATERIALE ȘI METODE

Hibrizii de floarea-soarelui folosiți în studiul dat au servit ca grupă de control în experiențele de testare a hibrizilor pe loturile CSTSP. În diferiți ani au fost evaluați de la 6 până la 15 hibrizi de floarea-soarelui, aparținând diferitor grupe de maturitate. Toate genotipurile date sunt hibrizi cu productivitate înaltă, rezistenți la secetă și cu diferite niveluri de rezistență la agenți patogeni. Experimentele de teren au fost stabilite în sistemul de blocuri aleatorii în cinci repetiții; pe terenurile de testare nu au fost aplicate erbicide, fungicide și insecticide; nu s-a practicat irigarea; s-au aplicat 250 kg/ha de nitroamofos odată cu semănatul. Culturi predecesoare în toate cazurile au fost cerealele păioase. Loturile experimentale sunt situate în diferite regiuni ale țării: două

stații - în nordul țării: Vîsoca (48.257208 N; 27.911624 E) și Pelinia (47.911860 N; 27.807274 E); două stații - în sudul țării: Grigorievca (46.700859 N; 29.332644 E) și Svetlîi (46.018914 N; 28.539061 E); o stație - în regiunea centrală: Băcioi (46.945522 N; 28.871353 E).

Analiza a cuprins variabilitatea spațio-temporală a precipitațiilor în perioada anilor 2015-2020 la stațiile CSTSP, care au fost corelate cu roada de floarea-soarelui din aceeași perioadă. În primă instanță, pentru producția din fiecare an și la fiecare stație s-au calculat valorile medii. După analiza valorilor medii am analizat gradul de corelație cu suma precipitațiilor pentru perioada rece a anului (octombrie-martie) și perioada de vegetație (aprilie-septembrie).

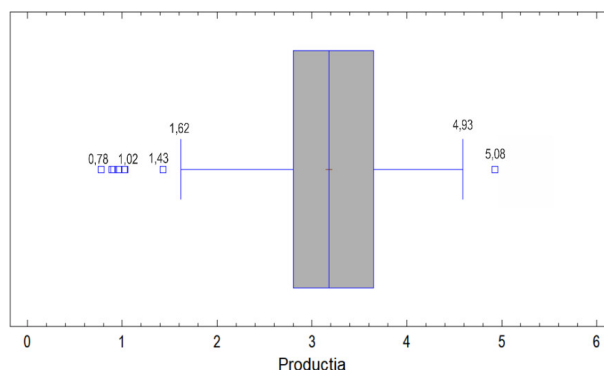
De asemenea au fost stabilite corelațiile între cantitatea precipitațiilor și media pentru diferite clase ale valorilor de producție. Datele privind producția de floarea-soarelui – indiferent de an și locație – au fost aranjate într-un șir din care, cu ajutorul diagramei boxplot (Figura 1) au fost identificate valorile aberante, după înlăturarea cărora, datele rămase au fost grupate în 12 clase (Tabelul 2).

Pentru fiecare clasă a fost calculată media roadei și a precipitațiilor din perioada rece a anului și a celor din sezonul de vegetație, apoi au fost analizate relațiile dintre acestea.

**Tablul 2.** Clase ale valorilor de producție și media precipitațiilor pentru aceste clase

Clase pentru valori ale producției, t/ha	Media producției, t/ha	Media precipitațiilor din perioada de vegetație, mm	Media precipitațiilor din semestrul rece, mm
<2.00	1.76	268	226
2.01-2.25	2.14	256	177
2.26-2.50	2.40	221	193
2.51-2.75	2.64	245	200
2.76-3.00	2.90	229	248
3.01-3.25	3.13	248	231
3.26-3.50	3.37	239	225
3.51-3.75	3.62	260	246
3.76-4.00	3.89	295	219
4.01-4.25	4.11	332	239
4.26-4.50	4.37	310	224
>4.50	4.64	357	229

Pentru identificarea relației dintre producția de floarea-soarelui și precipitații, trebuie să ținem cont nu doar de suma precipitațiilor dar și de distribuția acestora pe parcursul anului, ceea ce ar putea fi mai important decât cantitatea de precipitații, din cauza mai multor motive, cum ar fi: disponibilitatea inadecvată a apei în fazele critice de dezvoltare și capacitatea de stocare ineficientă a solurilor în timpul precipitațiilor abundente, mai ales după o perioadă secetoasă (Monti & Venturi, 2007). În acest sens,



**Figura 1.** Distribuția producției de floarea soarelui

am analizat asigurarea cu necesarul optim de precipitații, pe parcursul semestrului rece al anului, pentru perioada de vegetație, pentru luna aprilie, pentru luna mai, luna iunie și pe decade, luna iulie și pe decade, luna august, lunile iunie-iulie. Analiza valorilor corelațiilor s-a realizat atât în aspect temporal pentru perioada 2015-2020, cât și în aspect spațial.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Pentru floarea-soarelui sunt determinante rezerva de apă acumulată în perioada octombrie-martie: cca 400-450 mm și precipitațiile din timpul vegetației: 300-450 mm. De asemenea, floarea-soarelui se poate dezvolta în zonele în care cad anual peste 350 mm precipitații, dar aceasta se dezvoltă bine în zonele în care cad anual 450-600 mm precipitații (Tabără, 2005).

În perioada de cercetare 2015-2020, suma precipitațiilor anuale necesare pentru dezvoltarea optimă a florii-soarelui, la majoritatea stațiilor, a fost peste limită (Tabelul 3).

Cantitatea precipitațiilor căzute în semestrul rece al anului a variat spațio-temporal în limite mari, situându-se sub necesarul optim la toate stațiile analizate, variind între 13% (2020, Svetlîi) și 96% (2018, Băcioi).

**Tablelul 3.** Ponderea cantității anuale de precipitații (%) căzute la stațiile monitorizate din cadrul CSTSP pentru perioada 2015-2020, raportate la necesarul optim (limita inferioară)\* de precipitații

Anul	Vísoca			Pelinia			Băcioi			Grigorievca			Svetlîi		
	an	p.r.	p.v.	an	p.r.	p.v.	an	p.r.	p.v.	an	p.r.	p.v.	an	p.r.	p.v.
2015	102	66	59	60	59	18	86	78	39	112	58	54	101	48	56
2016	154	68	89	111	46	67	139	59	101	112	83	64	112	62	79
2017	120	85	87	109	66	87	131	59	93	132	49	104	101	51	67
2018	144	73	111	87	55	56	114	96	81	89	85	49	70	61	60
2019	119	48	111	90	37	90	60	20	52	92	34	81	84	19	85
2020	95	31	77	76	20	45	115	22	104	56	18	53	53	13	47

\* Necesarul optim de precipitații anuale (an) - 450...600mm; perioada rece a anului (p.r.) - 400...450mm; perioada de vegetație (p.v.) - 350...450mm (Tabără, 2005)

Valori critice, din punct de vedere pluviometric, s-au înregistrat, cu mici excepții, și pe parcursul perioadei de vegetație. Cel mai mare deficit s-a înregistrat la Pelinia și Svetlîi, unde în decursul intervalului studiat, cantitățile de precipitații din perioada aprilie-septembrie au fost sub limita necesarului optim. Anii 2018 și 2019, la Vísoca; 2016 și 2020, la Băcioi și 2017, la Grigorievca sunt singurele situații în care suma precipitațiilor acumulate în intervalul aprilie-septembrie a depășit valoarea necesarului optim.

La nivelul întregii țări, în anul 2015 cantitatea anuală de precipitații a variat între 320 și 520 mm. Din cauza insuficienței de precipitații în perioada de vegetație și a rezervelor scăzute de umezeală productivă în sol, recolta de floarea-soarelui a constituit în medie 1,2 t/ha fiind cu 0,3 t/ha mai scăzută față de media recoltei din ultimii 10 ani. Producția medie a hibridilor utilizați în studiul nostru a fost de 3,0 t/ha. Cele mai mici valori ale producției s-au înregistrat la Pelinia. Aici, în iunie-iulie, au căzut doar 6 mm de precipitații, în timp ce la toate celelalte stații suma precipitațiilor acumulate în aceste luni a variat între 67 și 110 mm. La Băcioi, unde s-a obținut cea mai mare producție, precipitațiile căzute în perioada de vegetație s-au suprapus cu cele căzute în perioada rece a anului (peste 300 mm).

Pentru anul 2015, cea mai înaltă corelație ( $r=0,609$ ) a productivității cu precipitațiile s-a semnalat în luna aprilie, urmată de precipitațiile din luna iulie ( $r=0,402$ ) (Tabelul 4).

Condițiile agrometeorologice în cea mai mare parte a perioadei de vegetație în anul 2016 au fost favorabile pentru formarea recoltei de floarea-soarelui, înregistrându-se recolte de 1,9 t/ha, fiind cu 0,4 t/ha mai ridicată față de roada medie din ultimii 10 ani, iar pe loturile CSTSP producția medie a fost de 3,1 t/ha. Cea mai mică roadă s-a obținut la Pelinia, unde s-au înregistrat cele mai mici cantități de precipitații pentru toate intervalele analizate. La Grigorievca, în lunile iunie-iulie au căzut cantități de precipitații similare cu cele de la Pelinia, dar valorile mai mari ale producției pot fi explicate prin cantitățile mai mari de precipitații din perioada anterioară. În lunile aprilie-mai, la Pelinia au căzut 98 mm, iar la Grigorievca 115 mm.

Producția de semințe pentru hibridii analizați au prezentat pe parcursul anului 2016 coeficienți de corelație cu precipitațiile între 0,036 (luna august) până la 0,424 (luna mai).

**Tabelul 4.** Coeficienți de corelație a precipitațiilor și recoltei de floarea-soarelui în funcție de an și locație

Perioada	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Vîsoca	Pelinia	Băcioi	Grigorievca	Svetlii
Per. vegetație (IV-IX)	-0.275	0.260	0.124	0.618	0.169	0.445	0.420	0.276	0.214	0.139	-0.268
Aprilie (IV)	0.609	-0.113	-0.139	0.747	-0.145	0.683	-0.310	0.052	0.727	0.189	0.077
Mai (V)	-0.203	0.424	0.136	-0.732	0.627	0.095	-0.144	0.241	0.163	0.186	0.040
Iunie (VI)	0.042	0.209	0.172	0.727	0.127	0.090	0.567	0.399	-0.230	0.179	-0.106
Iulie (VII)	0.402	0.180	-0.058	0.541	0.402	0.639	0.454	0.416	0.127	0.352	0.047
August (VIII)	-0.237	-0.036	0.027	-0.124	-0.678	0.100	-0.470	0.019	0.057	-0.066	-0.304

Coeficient de corelație ( $r$ ):  $[-0.2...0.2]$  → corelație inexistentă;  $[0.2...0.4 / -0.2...-0.4]$  → corelație slabă;  $[0.4...0.6 / -0.4...-0.6]$  → corelație rezonabilă;  $[0.6...0.8 / -0.6...-0.8]$  → corelație înaltă;  $[0.8...1.0 / -0.8...-1.0]$  → corelație foarte înaltă. (După Ratner, 2009)

Pe parcursul anului 2017 coeficienții de corelație dintre precipitații și producția de semințe au fost ne semnificativi, având valori de la 0,058 (luna iulie) până la 0,172 (luna iunie). Situația corelațiilor dintre producție și cantitatea de precipitații din diferite perioade ale sezonului de vegetație, demonstrează încă odată importanța distribuției în timp a precipitațiilor. Din punct de vedere al sumelor de precipitații, în anul 2017 s-a asigurat necesarul optim pentru dezvoltarea culturii de floarea-soarelui, însă faptul că ele au căzut foarte neuniform în timp, nu au fost decisive la formarea recoltei. Media recoltei de floarea-soarelui în republică a constituit 2,2 t/ha. Pe loturile CSTSP s-a obținut o producție medie de 3,4 t/ha, cu valoarea maximă la Băcioi, unde și precipitațiile din perioada iunie-iulie au fost cele mai însemnate cantitativ (Figura 2.c).

În anul 2018 constatăm cele mai variate valori ale coeficientului de corelație dintre precipitații și producția de semințe (Tabelul 4). În perioada de vegetație totalul de precipitații a corelat înalt ( $r=0,618$ ) cu producția de semințe de floarea-soarelui. Cantitatea anuală de precipitații căzute pe teritoriu a constituit 400-650 mm, însă au căzut neuniform în decursul anului. Deși sfârșitul semestrului rece s-a remarcat prin precipitații însemnate cantitativ, în luna martie, suma lunară a acestora a constituit 60-120 mm. Perioada de vegetație a început cu deficit semnificativ de precipitații – în luna aprilie,

pe 80% din teritoriul țării, precipitațiile căzute nu au depășit 1-5 mm, iar în perioada aprilie-mai – 10-50 mm. În schimb, începând cu a doua decadă a lunii iunie – mai ales în nordul și centrul țării – și până la sfârșitul lunii iulie – inclusiv în sudul țării, s-au acumulat cantități lunare de precipitații care au variat între 34 și 190 mm în luna iunie și între 73 și 154 mm în luna iulie. Deși distribuția precipitațiilor în decursul anului a fost neuniformă, faptul că la sfârșitul semestrului rece au căzut cantități care au favorizat acumularea umidității în sol, a determinat rezistența culturii la insuficiența de precipitații din lunile aprilie-mai. Media recoltei de floarea-soarelui în anul 2018 a constituit în republică 2,2 t/ha, iar pe loturile CSTSP producția a înregistrat valori în descreștere, dinspre nord spre sud și a variat între 4,3 t/ha și 2,7 t/ha.

Pentru anul 2019, producția de semințe a corelat direct cu precipitațiile în lunile mai ( $r=0,627$ ) și iulie ( $r=0,402$ ), dar și invers, în luna august ( $r=-0,678$ ). Cantitatea anuală de precipitații a constituit în anul 2019, în cea mai mare parte a țării, 380-700 mm, doar izolat suma acestora nu a depășit 340-370 mm. Precipitațiile au căzut în fond în prima jumătate a anului. În perioada de vegetație din anul 2019, la majoritatea stațiilor meteo ale SHS, suma precipitațiilor a constituit 315-570 mm, iar izolat – 245-310 mm. Media roadei de floarea-soarelui a fost de 2,4 t/ha fiind cu 0,7 t/ha mai mare decât media ultimilor 10 ani. Distribuția spațio-temporală a precipitațiilor din perioada de vegetație a determinat valori diferite ale producției la cele cinci stații analizate – de la 2,1 t/ha (Svetlîi), la 5,0 t/ha (Vîsoca). În luna mai, în nordul țării, au căzut de 2-4 ori mai multe precipitații decât în centrul și sudul țării, iar în iunie, la Vîsoca și Svetlîi au căzut cu 30-90 mm mai mult decât la celelalte trei stații. Producția medie a hibridilor analizați în anul 2019 a constituit 3,2 t/ha, fiind cu 0,1 t/ha mai mică decât în anul precedent. Producția mai mică înregistrată în anul respectiv, poate fi pusă pe seama cantităților mai mici de precipitații înregistrate în perioada iunie-iulie 2019, comparativ cu aceeași perioadă a anului 2018 (Figura 2.e-d).

În anul 2020, suma precipitațiilor anuale a variat între 375 mm în sudul țării și 615 mm în partea de nord (SHS, 2022). Totuși, sfârșitul semestrului rece și începutul perioadei de vegetație s-a caracterizat prin deficit de precipitații, care a determinat apariția secetei atmosferice și pedologice rezultând valori ale producției de 1.3 t/ha, cu 1.1 t/ha mai puțin decât în 2019.

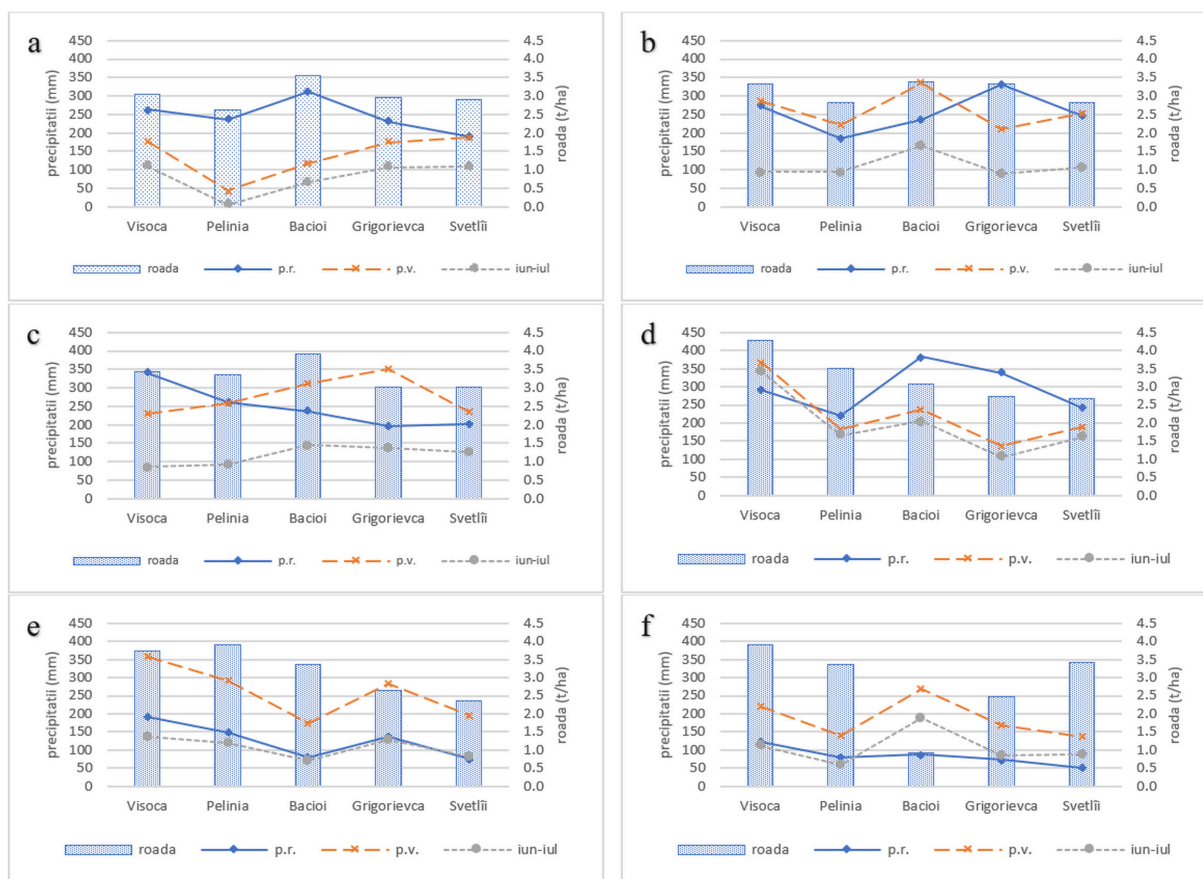
Dacă excludem datele privind producția medie la Băcioi – unde semănatul s-a realizat mai târziu (28 aprilie) în așteptarea precipitațiilor, dar din cauza lipsei umidității în sol, răsăritul plantelor a avut loc abia pe 9 iunie – producția medie pe loturile CSTSP a constituit 3,1 t/ha, cu o diminuare a productivității cu 13%. În localitatea Băcioi, unde, din cauza secetei și a temperaturilor înalte în perioada vegetativă, plantele au rămas subdezvoltate, diminuarea recoltei a constituit 74%.

Putem observa că valorile medii ale producției hibridilor analizați pentru perioada 2015-2020 sunt mai mari și variază foarte puțin (3,0 ... 3,4 t/ha), comparativ cu valorile înregistrate la nivel național (1,1...2,4 t/ha).

Aceste valori, în funcție de an și poziție geografică, au oscilat, mai mult sau mai puțin, din cauza variației sumelor de precipitații anuale, a celor din semestrul rece sau a celor din perioada de vegetație. Totuși, la Vîsoca și Pelinia în perioada anilor 2015-2020 se poate observa o tendință clară de creștere a roadei; la Grigorievca tendința este de scădere, iar la Băcioi și Svetlîi nu putem vorbi despre anumite tendințe clare (Figura 2.a-f).

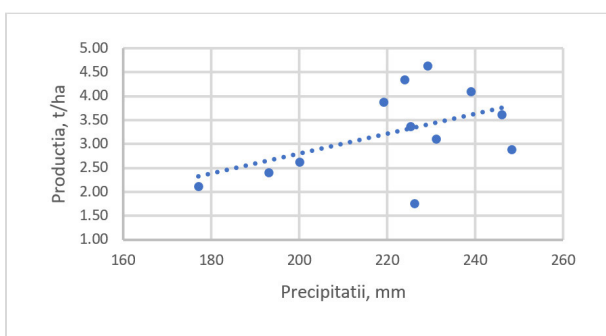
În aspect teritorial, anii 2015, 2016 și 2017 se evidențiază prin variația mică a roadei medii pe toate loturile experimentale. În acești trei ani recolta maximă s-a obținut la Băcioi (Figura 2.a-c). În anii 2019 și 2020 recolta medie a crescut dinspre sudul, spre nordul țării și a variat între 2,36 t/ha și 4,27 t/ha. Această distribuție a roadei este în

relație cu distribuția generală a precipitațiilor multianuale pe teritoriul țării și anume, valori mai mari în nordul țării, care scad spre sud.



**Figura 2.** Variația valorilor medii de producție la stațiile CSTSP în perioada 2015-2020: a – 2015; b – 2016; c – 2017; d – 2018; e – 2019; f - 2020

În cazul legăturii dintre producția de floarea-soarelui și precipitațiile din semestrul rece al anului, valoarea P din tabelul ANOVA este mai mare decât 0,05, ceea ce relevă faptul că nu există o relație semnificativă statistic între aceste două variabile (Figura 3).

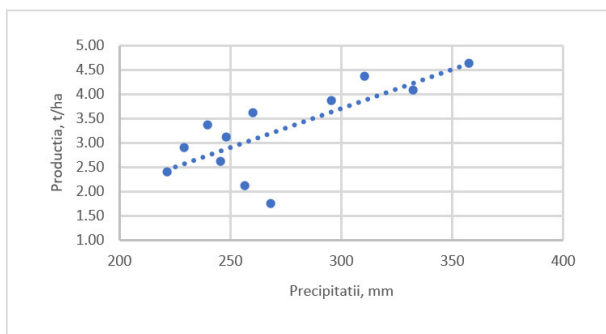


**P-Value:** 0.1048;  
**Coefficientul de corelație:** 0.491;  
**R<sup>2</sup> :** 24.13;  
**Ecuția de regresie:**  
 Producția = -1.38557 + 0.0209247\*pp\_rece

**Figura 3.** Corelația dintre producția de floarea-soarelui și precipitațiile din semestrul rece al anului

Pentru relația dintre precipitațiile din perioada de vegetație și producția de floarea-soarelui, rezultatele indică faptul că modelul, așa cum este ajustat, explică 55,7% din variabilitatea în producție. Deoarece valoarea P din tabelul ANOVA este mai mică de 0,05, există o relație semnificativă statistic între producția de floarea-soarelui și suma precipitațiilor din perioada de vegetație. Coeficientul de corelație este egal cu 0,746, indicând o relație moderat puternică între variabile (Figura 4). Menționăm că, în acest

studiu nu am analizat datele privind temperatura, iar prin perioadă de vegetație avem în vedere, intervalul aprilie – septembrie și nu perioada cu temperaturi medii zilnice ale aerului de +5° și mai mult.



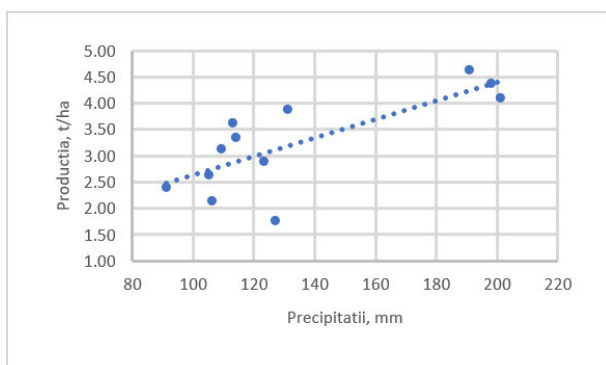
**P-Value:** 0.0053;  
**Coeficientul de corelație:** 0.746;  
**R<sup>2</sup>** : 55.70.  
**Ecuția de regresie:**  
 Producția = -1.0881 + 0.0159593\*pp\_vegetație

**Figura 4.** Corelația dintre producția de floarea-soarelui și precipitațiile din perioada de vegetație

Variația coeficientului de corelație în diferiți ani poate fi explicată prin distribuția neuniformă în timp și spațiu a precipitațiilor. Dacă precipitații sunt, în general, mai puține, dar sunt distribuite în perioadele fenologice critice pentru disponibilitatea apei, floarea-soarelui poate prezenta recoltă bună. Invers, dacă se înregistrează precipitații abundente în perioade mai puțin sensibile la lipsa apei și lipsesc precipitațiile în perioadele sensibile, rezultă o reducere a recoltei.

Dacă analizăm coeficienții de corelație pentru toți anii putem afirma că se identifică o corelare mai puternică pentru precipitațiile din lunile iunie și iulie. Rezultate care se regăsesc și la alți autori. Potopova et al. (2016) indică cele mai înalte corelații pozitive pentru lunile iunie și iulie ( $r=0,4$  și respectiv  $r=0,5$ ). După Harsányi (2021) corelațiile sunt destul de variate în diferite localități, dar autorul menționează că în majoritatea localităților cele mai înalte corelații pozitive sunt pentru luna iunie, iulie ( $r=3,8-6,3$ ).

În studiul nostru, suma precipitațiilor căzute în lunile iunie și iulie explică 57,5 din variabilitatea producției de floarea soarelui. Coeficientul de corelație este egal cu 0,758 indicând o relație moderat puternică între variabile (Figura 5).



**P-Value:** 0.0042;  
**Coeficientul de corelație:** 0.758;  
**R<sup>2</sup>** : 57.52.  
**Ecuția de regresie:**  
 Producția = 0.882325 + 0.0176396\*PP\_iun-iul

**Figura 5.** Corelația dintre producția de floarea-soarelui și suma precipitațiilor din lunile iunie-iulie

Pentru a identifica mai exact fenofaza care determină cele mai înalte corelații cu cantitatea de precipitații, am calculat și coeficienții de corelație a recoltei cu precipitațiile decadelor lunilor iunie și iulie. Cele mai strânse corelații, în majoritatea anilor, se atestă în decadele II și III ale lunii iunie și decada II a lunii iulie. Ultimele două decade ale lunii iunie, în general, coincid cu etapele finale de dezvoltare a butonului floral, etape sensibile la cantitatea de apă disponibilă pentru plantă. Decada a II a lunii iulie coincide cu perioada înfloririi și începutul formării semințelor. De asemenea, consta-



tăm că, pentru a doua decadă a lunii iunie, în general, coeficienții de corelație a recoltei cu cantitatea de precipitații indică corelații slabe sau rezonabil pozitive în majoritatea anilor incluși în studiu, cu excepția anilor 2020 și 2017. Tot în acești ani se atestă o întârziere a începutului înfloririi, tendință care se observă și în deplasarea corelațiilor pozitive din decada a doua în decada a treia a lunii iulie pentru acești ani.

## CONCLUZII

În formarea roadei de floarea-soarelui, un rol important, pe lângă cantitatea precipitațiilor, îl are și distribuția acestora în timpul anului, fapt confirmat și de marea variabilitate a coeficienților de corelație.

La nivelul perioadei de vegetație, corelația precipitațiilor cu producția, analizată separat pe ani și stații, variază în limite mari, fără să se observe vreo legitate. După gruparea datelor privind producția și compararea valorilor medii ale roadei cu valorile medii ale precipitațiilor din perioada de vegetație s-a determinat un grad de corelare puternic.

Analiza corelațiilor producției cu suma precipitațiilor din diferite perioade ale sezonului de vegetație a scos în evidență gradul înalt de corelare cu precipitațiile acumulate în perioada iunie-iulie, care explică peste 57% din variabilitatea producției.

Producția de floarea-soarelui din perioada anilor 2015-2020 nu a prezentat o relație semnificativă statistic cu precipitațiile din semestrul rece în locațiile analizate. Slaba corelație a valorilor de producție supuse studiului cu precipitațiile din semestrul rece trebuie înțeleasă, inclusiv, prin prisma distribuției acestora în cadrul perioadei și a capacității lor de a asigura rezerva necesară de apă în sol, factori, care în lucrarea de față, nu au fost luați în calcul.

În aspect teritorial, de obicei, valori mai mari ale producției se înregistrează în nordul și centrul țării. Însă, întrucât în perioada caldă a anului precipitațiile cad foarte neuniform din punct de vedere spațio-temporal, în funcție de distribuția acestora pe parcursul perioadei de vegetație, întâlnim situații în care și în sudul țării se pot înregistra valori mai mari ale producției.

## Acknowledgment

This study was funded by the project of the State Program 20.80009.5107.01 - Genetico-molecular and biotechnological studies of the sunflower in the context of sustainable management of agricultural ecosystems, financed by the National Agency for Research and Development of the Republic of Moldova.

## REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. CANAVAR, Ö., ELLMER, F., CHMIELEWSKI, F. (2010). Investigation of yield and yield components of sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars in the ecological conditions of Berlin(Germany). In: *Helia*, vol. 33 (53), pp. 117-130. <http://doi.org/10.2298/HEL1053117C>
2. DEBAEKE, P., CASADEBAIG, P., FLENET, F., LANGLADE, N. (2017). Sunflower crop and climate change: vulnerability, adaptation, and mitigation potential from case-studies in Europe. In: *OCL*, vol. 24(1), pp. 1-15. <http://doi.org/10.1051/ocl/2016052>
3. HARSANYI, E. et al. (2021). Impact of Agricultural Drought on Sunflower Production across Hungary. In: *Atmosphere*, vol. 12 (10). <http://doi.org/10.3390/atmos12101339>
4. LOTZE-CAMPEN, H. (2011). Regional Climate Impacts on Agriculture in Europe. In: S.S. YADAV, ed. et al. *Crop Adaptation to Climate Change*, pp. 78-83. <http://doi.org/10.1002/9780470960929.ch7>

5. MARJANOVIC JEROMELA, A. et al. (2019). Dissection of year related climatic variables and their effect on winter rapeseed (*Brassica Napus* L.) development and yield. In: *Agronomy*, vol. 9 (9), pp. 1-21. <http://doi.org/10.3390/agronomy9090517>
6. MAVROMATIS, T. (2015). Crop-climate relationships of cereals in Greece and the impacts of recent climate trends. In: *Theoretical and Applied Climatology*, vol. 120 (3-4), pp. 417-432. <http://doi.org/10.1007/s00704-014-1179-y>
7. MONTI, A., VENTURI, G. (2007). A simple method to improve the estimation of the relationship between rainfall and crop yield. In: *Agronomy for Sustainable Development*, vol. 27 (3), pp. 255-260. <http://doi.org/10.1051/agro:2007019>
8. POTOPOVÁ, V., BORONEANȚ, C., BOINCEAN, B., SOUKUP, J. (2016). Impact of agricultural drought on main crop yields in the Republic of Moldova. In: *International journal of climatology*, vol. 36 (4), pp. 36, pp. 2063-2082. <http://doi.org/10.1002/joc.4481>
9. RATNER, B. (2009). The correlation coefficient: its values range between + 1 / - 1, or do they ? In: *Journal of Targeting Measurement and Analysis for Marketing*, vol. 17 (2), pp. 139-142. <http://doi.org/10.1057/jt.2009.5>
10. RÖTTER, R.P. et al. (2013). Modeling shifts in agroclimate and crop cultivar response under climate change. In: *Ecology and Evolution*, vol. 3 (12), pp. 4197-4214. <http://doi.org/10.1002/ece3.782>
11. Serviciul Hidrometeorologic de Stat (2021). Caracterizarea condițiilor meteorologice și agrometeorologice din anul 2021 [online] [accesat 30 iunie 2022]. Disponibil: <https://old.meteo.md/newsait/god2021.htm>
12. TABĂRĂ, V. (2005). *Fitotehnie*. Vol. I: Plante tehnice oleaginoase și textile. Timișoara: Brumar.
13. SUTTON, W.R. et al. (2013). *Reducing the Vulnerability of Moldova's Agricultural Systems to Climate Change: Impact Assessment and Adaptation Options: Report No. 81591*. World Bank, Washington D.C., 148 p.

#### **Conflict of interests**

No competing interests were disclosed.

#### **Paper history**

Received 30 March 2023; Accepted 5 June 2023

© 2023 by the author(s). This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).