

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA  
INSTITUTUL DE ECOLOGIE ȘI GEOGRAFIE

COJOCARI RODICA

INFLUENȚA CONDIȚIILOR AGROMETEOROLOGICE ASUPRA  
PRODUCTIVITĂȚII CULTURII DE FLOAREA-SOARELUI



CHIȘINĂU, 2022

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA  
INSTITUTUL DE ECOLOGIE ȘI GEOGRAFIE

COJOCARI RODICA

INFLUENȚA CONDIȚIILOR AGROMETEOROLOGICE ASUPRA  
PRODUCTIVITĂȚII CULTURII DE FLOAREA-SOARELUI

CHIȘINĂU, 2022

Aprobată pentru publicare de Consiliul Științific al Institutului de Ecologie și Geografie, proces verbal nr 12 din 11.11. 2022

Autor

Rodica COJOCARI, dr.

### Recenzenți

Lucian Sfică, doctor în geografie, conf. univ., departamentul de Geografie Facultatea de Geografie și Geologie Universitatea "Alexandru Ioan Cuza" Iași, România

Ilie Boian, doctor în științe agricole, conf.univ., Șef departament Geostiințe și Silvicultură, USM

Monografia a fost realizată în carul Programului de Stat (2020-2023) proiect cu cifrul 20.80009.7007.08 „Modelarea spațio-teporală a factorilor abiotici de mediu pentru estimarea stabilității ecologice a peisajelor”.

Lucrarea este destinată atât pentru cercetătorii științifici din domeniul meteorologie, climatologie, agrometeorologie cât și pentru specialiștii din instituții abilitate cu profil agricol.

Descrierea CIP a Camerei Naționale a Cărții

Cojocari, Rodica.

Influența condițiilor agrometeorologice asupra productivității culturii de floarea-soarelui / Cojocari Rodica ; Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova, Institutul de Ecologie și Geografie. – Chișinău : S. n., 2022 (Impressum). – 93 p. : fig., tab.

Bibliogr.: p. 84-93 (170 tit.). – 100 ex.

ISBN 978-9975-3586-6-8.

633.95:631.92

C 61

Tipar executat la

Tipografia „Impressum” SRL,

Adresa – mun. Chișinău, str. Hristo Botev, 9

Telefon – +373 68 55 22 59, +373 22 56 84 70, +373 69 109 250

Contract Nr. 11 din 02.11.2022

© Cojocari Rodica

© Institutul de Ecologie și Geografie

CUPRINS	4
PREFAȚĂ	8
LISTA ABREVIERILOR	8
Aspecte introductive	9
1 Descrierea situației în domeniul cercetării condițiilor agrometeorologice de formare a productivității culturii de floarea-soarelui	11
1.1 Privire istorică asupra cercetării condițiilor agrometeorologice de formare a productivității florii-soarelui	12
1.2 Analiza studiilor privind cerințele florii-soarelui către factorii de mediu	15
2 MATERIALE ȘI METODE DE CERCETARE	21
2.1 Materiale de cercetare	21
2.2 Metodele de cercetare utilizate în studiu	25
3 PARTICULARITĂȚILE DEZVOLTĂRII FLORII-SOARELUI ÎN CONDIȚIILE CLIMEI ACTUALE	36
3.1 Influența regimului termic în fazele de dezvoltare.	36
3.2 Regimul de umiditate în perioada creșterii și dezvoltării florii-soarelui.	50
4 IMPACTUL STRESULUI HIDRIC ASUPRA PRODUCTIVITĂȚII CULTURII DE FLOAREA-SOARELUI	60
4.1 Identificarea riscului secetelor prin intermediul indicilor standardizați.	61
4.2 Variabilitatea climatică a recoltei de floarea-soarelui	70
CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI	81
Bibliografie	83

## PREFAȚĂ

Rezultatele prezentate în lucrarea analizată reprezintă produsul activității desfășurate în cadrul Laboratorului Climatologie și Riscuri de Mediu al Institutului de Ecologie și Geografie, aferente Programului de Stat (2020-2023) proiect cu cifrul 20.80009.7007.08 „Modelarea spațio-temporală a factorilor abiotici de mediu pentru estimarea stabilității ecologice a peisajelor”.

Acest aspect conferă lucrării un caracter profund util și de maximă aplicabilitate pentru câmpul de studiu al resurselor agrometeorologice, ce constituie principală resursă economică a teritoriului Republicii Moldova. Din acest motiv conținutul lucrării este unul de mare actualitate ce vizează sublinierea legăturii cauzale dintre variabilitatea sezonieră și multianuală a condițiilor climatice și producția de floarea-soarelui pe teritoriul Republicii Moldova, actualitatea problemei fiind dată și de provocările de dată recentă aduse de schimbările climatice.

Lucrarea are o structură clasică ce se bazează în principal pe 3 capitole vaste, precedate de prezentarea unor Aspecte introductive, și urmate de Concluzii generale. Bibliografia lucrării este una vastă, indicând 170 de titluri, constând în articole științifice, cărți atlase sau rapoarte științifice, cu o reprezentare însemnată a surselor din literatura rusă de specialitate.

Capitolul 2 al lucrării, intitulat „Materiale și metode de studiu” reprezintă un bun îndrumar metodologic al metodelor utilizate pentru evaluarea resurselor specifice în studiile agroclimatice, având și valențe didactice deosebit de valoroase. Totodată, din acest capitol rezultă volumul mare de date utilizate în analiză și aparatul metodologic variat, bazat pe indici agroclimatici larg utilizați la nivel internațional (SPI, SPEI), dar și unii care au fost propuși de colectivul Laboratorului de Climatologie. De asemenea, tot aici este prezentată și modalitatea de prelucrare și analiză a valorilor producției agricole ce stau deopotrivă la baza studiului.

Capitolul 3, intitulat „Particularitățile dezvoltării florii-soarelui în condițiile climei actuale” prezintă detaliat condițiile de vegetație a florii soarelui în Republica Moldova în funcție de resursele climatice locale, insistându-se pe rolul temperaturii aerului și al cantităților de precipitații în succesiunea fenofazelor anuale, precum și legătura dintre variabilele climatice și producția anuală obținută la nivel național sau regional. Din acest punct de vedere reiese clar importanța resurselor de apă la nivel local reflectate prin indicii de umiditate Melnic (K), ce se prezintă din rezultate prezentate în lucrare drept un indicator foarte precis al producției anuale de floarea soarelui. De asemenea, sunt trasate și elementele impactului pe care îl au schimbările climatice în

curs asupra culturii de floarea soarelui.

În capitolul 4 este analizat „Impactul stresului hidric asupra productivității culturii de floarea-soarelui”, punându-se accentul pe importanța manifestării fenomenului de secetă pentru productivitatea multianuală a producției de floarea soarelui. Acest capitol este foarte original și aduce o contribuție consistentă, exprimată în formă grafică și cartografică, la înțelegerea relației dintre factorii climatici și producția de floarea soarelui.

Lucrarea se încheie cu un set sintetic de concluzii din care rezultă în principal faptul că în prezent schimbarea climatică aduce o translație a arealului cel mai favorabil pentru cultura de floarea soarelui dinspre raioanele sudice și centrale către cele din Câmpia Bălților, concluzie ce are o mare relevanță pentru politicile agrare ce trebuie implementate pentru atenuarea efectului schimbărilor climatice sau chiar de adaptare la acestea.

Pe baza analizei noastre putem aprecia că monografia științifică realizată de dna Rodica Cojocari reprezintă o contribuție remarcabilă la înțelegerea relației cauzale dintre factorii meteo-climatici și cultura florii-soarelui în Republica Moldova. De asemenea, lucrarea apreciază în mod judicios impactul actual al schimbărilor climatice asupra recoltei acestei culturi și trasează și schimbările ce pot apărea în viitor în această privință. Autoarea a folosit o metodologie adaptată cerințelor actuale de cercetare în domeniu, apelând la indici climatici universal utilizați, dar și original, metode statistice variate și tehnici moderne de cartografiere. Totodată, lucrarea demonstrează și experiența autoarei de lucru în domeniu și completa sa maturitate științifică în abordarea unor probleme de interes științific într-un mod pe cât de sintetic pe atât de eficient în atingerea obiectivelor propuse.

Plecând de la toate considerentele prezentate mai sus consider că lucrarea elaborată de dna Rodica Cojocari îndeplinește pe deplin cerințele științifice pentru o monografie climatică având caracter aplicat în domeniul de mare actualitate al agroclimatologiei și, odată publicată, va prezenta un vădit interes pentru specialiști atât din domeniul climatologiei, cât și din domeniul agriculturii.

30.10.2022

Lucian Sfică,  
doctor în geografie, conf. univ., departamentul de Geografie  
Facultatea de Geografie și Geologie Universitatea ”Alexandru Ioan Cuza”  
Iași, România

Cercetările efectuate în această lucrare au fost realizate în cadrul Laboratorului Climatologie și Riscuri de Mediu al Institutului de Ecologie și Geografie, în cadrul Programului de Stat (2020-2023) proiect cu cifrul 20.80009.7007.08 „Modelarea spațio-temporală a factorilor abiotici de mediu pentru estimarea stabilității ecologice a peisajelor”.

Lucrarea avizată are următoare structură: Aspecte introductive, trei capitole, în care este expus conținutul studiului efectuat, concluzii generale și bibliografia, care conține 170 de titluri. Conținutul lucrării este consacrat unei probleme complexe ce ține de evaluarea condițiilor agrometeorologice de formare a productivității culturii de floarea-soarelui pe teritoriul Republicii Moldova, în contextul schimbărilor climatice. La realizarea studiului științific dna Cojocari Rodica a demonstrat competențe valoroase de cercetare, în special, la selectarea metodelor de investigații, prelucrarea, analiza și interpretarea datelor statistice, la argumentarea teoretică și practică a rezultatelor obținute etc.

În capitolul „Materiale și metode de studiu” sunt expuse detaliat metodele de cercetare utilizate și metodologia prelucrării bazelor de date privind regimul hidrotermic al climei, calendarul fenologic al culturii de floarea-soarelui și variabilitatea productivității culturii menționate. În calitate de materiale inițiale pentru estimarea condițiilor agrometeorologice de formare a productivității florii-soarelui au fost utilizate mediile multianuale ale anumitor parametri climatici pentru toată perioada de vegetație și pe faze fenologice în parte, precum și datele statistice privind datele parcurgerii fazelor fenologice și valorile productivității culturii.

În capitolul „Particularitățile dezvoltării florii-soarelui în condițiile climei actuale” se conține un volum mare de informație care reflectă resursele actuale de căldură și umezeală pe de o parte și manifestarea fazelor ontogenetice în aceste condiții pe de altă parte. Sunt analizați și evaluați regimul termic și regimul de umiditate pentru toată perioada de vegetație a florii soarelui, precum și pentru perioade interfazice aparte. O reușită incontestabilă a autoarei în acest capitol constă în estimarea resurselor de căldură și umiditate din perioada de vegetație a florii-soarelui în condițiile schimbării regionale a climei din ultimele decenii.

În capitolul „Impactul stresului hidric asupra productivității culturii de floarea-soarelui” se analizează impactul condițiilor nefavorabile, cu precădere a secetei asupra procesului de formare a valorii productivității. În scopul determinării bonității climei Republicii Moldova pentru cultivarea florii soarelui au fost utilizați mai mulți indici complecși, și anume: Indicele standardizat al precipitațiilor (SPI), Indicele standardizat al precipitațiilor și evapotranspirației (SPEI), Indicele zilelor uscate (IZU) și Indicele umidității Melnic (K).

În concluzie, consider necesar să menționez, că monografia dnei Rodica Cojocari reprezintă o lucrare științifică bine concepută, care a necesitat un volum mare de muncă pentru acumularea, prelucrarea, analiza și interpretarea grafică a informației. Analiza materialelor acumulate pe parcursul a mai multor ani, i-a permis autoarei să coreleze variabilitatea factorilor climatici cu variabilitatea recoltei florii-soarelui, în contextul schimbărilor climatice regionale din perioada contemporană. Rezultatele studiului științific efectuat și concluziile stabilite în monografie sunt destul de bine argumentate, iar volumul impunător de date factologice selectate și analizate, a condiționat realizarea obiectivelor generale preconizate.

Monografia științifică a dnei Rodica Cojocari reprezintă o contribuție apreciabilă la cunoașterea mai profundă a factorilor meteo-climatici care condiționează reușita cultivării florii-soarelui și a impactului schimbărilor climatice asupra recoltei acestei culturi.

Astfel, lucrarea elaborată de dna Rodica Cojocari îndeplinește toate rigorile și cerințele înaintate față de monografiile științifice și merită pe deplin să fie înaintată pentru editare.

30.10.2022

Ilie Boian,  
doctor în științe agricole, conf.univ.,  
Șef Departament Geoștiințe și Silvicultură, USM



## **LISTA ABREVIERILOR ȘI ACRONIMELOR**

SPI –Indicele Standardizat al Precipitațiilor

SPEI –Indicele Standardizat al Precipitațiilor și Evapotranspirației

SIG –Sisteme Informaționale Geografice

Izu – Indicele perioadelor uscate

OMM –Organizația Meteorologică Mondială

SHS – Serviciul Hidrometeorologic de Stat

ONUAA (FAO) - Organizația Națiunilor Unite pentru Alimentație și  
Agricultură

Cv – Coeficient de variație

K – Indicele de umiditate Melnic

q/ha – Chintale pe hectar

## ASPECTE INTRODUCATIVE

Dependența considerabilă față de condițiile meteorologice determină ca agricultura să fie cel mai vulnerabil sector al economiei Republicii Moldova față de schimbările climatice care la rândul său sunt una din cauzele principale ale recoltelor instabile și prezintă un risc inerent pentru practicarea acesteia.

Floarea-soarelui devine o cultură tot mai des cultivată de agricultori, având parte de un mediu favorabil dezvoltării pe suprafețe întinse din țara noastră, dar cu toate acestea anumite situații meteorologice pot favoriza sau dimpotrivă reține dezvoltarea acestei culturi. Astfel, asigurarea securității alimentare necesită o dezvoltare stabilă a agriculturii prin sporirea substanțială a gradului de evaluare și de valorificare a resurselor agroclimatice disponibile [1].

Cultivarea acestei plante este una profitabilă, ori cultura de floarea-soarelui având un spectru larg de utilizări, prin prelucrarea miezului de floarea-soarelui se poate obține făină, concentrate proteice (70% proteină) și izolate proteice (85-90% proteină), fiind în același timp și o plantă meliferă. Potențialul de producție este unul destul de mare, cererea pentru uleiul de floarea-soarelui este una ridicată, iar tehnologia cultivării sale fiind mecanizată în întregime, astfel că nu apar probleme pentru fermierii care o cultivă.

Astfel, conform Biroului Național de Statistică suprafața medie cultivată cu floarea-soarelui, pentru perioada anilor 1980-2020, a constituit aproximativ 26 mii ha ceea ce a constituit 59% din suprafața cultivată cu culturi tehnice, iar producția medie anuală a constituit 276 mii t.

Analiza realizărilor științifice publicate în acest domeniu [26, 42, 45, 87], demonstrează, că nu sunt abordate suficient aspectele ce țin de evaluarea resurselor hidro-termice privind creșterea și dezvoltarea florii-soarelui pe teritoriul Republicii Moldova inclusiv aportul acestora în formarea valorii productivității sau această informație este depășită cronologic [66].

La ora actuală, pentru teritoriul Republicii Moldova asemenea cercetări sunt efectuate doar pentru principalele culturi cerealiere și pentru culturile sâmburoase [29, 31, 33, 95, 96].

Din punct de vedere agronomic, floarea-soarelui prezintă următoarele avantaje:

- eliberează terenul relativ devreme (august-septembrie);
- starea structurală și de fertilitate a solului după floarea-soarelui este bună, aceasta fiind o plantă bună premergătoare pentru grâul de toamnă (considerată mai bună decât porumbul);
- are cerințe moderate față de fertilizarea cu azot și fosfor, dar are cerințe mai mari față de potasiu;

- cultura de floarea-soarelui nu necesită cheltuieli foarte mari în procesul de cultivare;
- comparativ cu porumbul, floarea-soarelui valorifică mai bine solurile cu fertilitate medie și suportă mai bine stresul hidric;
- tehnologia de cultură este mecanizabilă în întregime și nu pune probleme deosebite cultivatorului;
- calendarul lucrărilor agricole nu se suprapune peste cel al celorlalte culturi agricole;
- floarea-soarelui “găsește” condiții favorabile de cultură în țara noastră.

Dintre inconvenientele culturii de floarea-soarelui pot fi menționate următoarele:

- sensibilitate la boli, ceea ce implică o rotație de cel puțin 5-6 ani, excluzând monocultura;
- amplasarea după multe plante de cultură este problematică, datorită bolilor și dăunătorilor comuni (soia, rapiță, cartof);
- lasă solul mai sărac în apă și cu un conținut mai sărac în potasiu, [24].

Condițiile pedo-climatice ale Republicii Moldova sunt destul de favorabile pentru obținerea recoltelor înalte ale acestei culturi. După înlocuirea în tehnologiile de cultivare a soiurilor cu hibrizi de o înaltă productivitate, producția globală a florii-soarelui a crescut cu mai bine de 5 q/ha.

Potențialul biologic al soiurilor și hibrizilor de floarea-soarelui omologați și cultivați în Republica Moldova este destul de înalt, dar cu părere de rău, realizarea acestui potențial nu este la nivelul respectiv. Motive sunt multe și diferite, dar din cele mai convingătoare ar fi faptul, că gradul de asigurare a necesarului în elemente ale mediului este diferit de la an la an.

Evaluările de ultimă oră a condițiilor climaterice [11, 20, 21, 93], demonstrează niște oscilații destul de accentuate pe parcursul anilor în ceea ce privește cantitatea precipitațiilor atmosferice și repartizarea acestora pe parcursul perioadei de vegetație, ceea ce în mod diferențiat influențează randamentul acestei culturi.

În baza celor menționate anterior au fost trasate principalele obiective de cercetare care constau în: analiza și evaluarea dinamicii spatio-temporale a resurselor de căldură și de umiditate în contextul creșterii și dezvoltării florii-soarelui; evidențierea particularităților regionale de manifestare a fazelor de dezvoltare a florii-soarelui; identificarea și cuantificarea stresului hidric în formarea valorii productivității culturii de floarea-soarelui, prin intermediul indicilor standardizați; monitorizarea intensității și frecvenței secetelor și a influenței acestora asupra recoltei florii-soarelui; evaluarea variabilității climatice a productivității culturii de floarea-soarelui.

# 1. DESCRIEREA SITUAȚIEI ÎN DOMENIUL CERCETĂRII CONDIȚIILOR AGROMETEOROLOGICE DE FORMARE A PRODUCTIVITĂȚII CULTURII DE FLOAREA-SOARELUI

Creșterea și dezvoltarea culturilor agricole, inclusiv a florii-soarelui, în mare măsură depinde de influența factorilor de mediu, iar climei îi revine rolul principal. Schimbările climei actuale la nivel regional condiționează vulnerabilitatea înaltă a culturilor agricole față de variabilitatea în timp și spațiu a parametrilor climatici. În acest context, prezintă un interes deosebit cunoașterea mecanismelor de adaptare al plantelor la condițiile extreme de cultivare – secetă, temperaturi negative, temperaturi ridicate etc.

Mult timp s-a considerat că floarea-soarelui provine din Peru, deși nu s-au găsit dovezi care să ateste existența speciei în America de Sud [6, 36, 48, 68, 83, 88].

Conform altor surse bibliografice floarea-soarelui provine din partea vestică a Americii de Nord, inclusiv Mexicul de Nord [49, 110, 129].

Adaptarea florii-soarelui sălbatică ca plantă utilă s-a făcut încă din epoca preistorică de către anumite triburi (Mandan și Hidatsa), localizate în partea sud-vestică a continentului nord-american.

La scurt timp, după omologarea florii-soarelui în Europa, această plantă a fost semnalată de Dodonaeus (1568) în grădinile regale din Spania, iar apoi, cu numai opt ani mai târziu (1576), de Lobelius în Belgia. Din peninsula Iberică s-a răspândit foarte repede în Franța și Italia, în nordul și estul Europei.

La începutul secolului al XIX-lea, floarea-soarelui este aclimatizată în Rusia, apoi în țările balcanice, limitrofe cu Rusia. Așadar, plasticitatea înaltă în ceea ce privește cerințele față de climă și sol, i-au permis să se adapteze în condiții geografice foarte diferite.

În altitudine și în zonele nordice, răspândirea a fost limitată de factorul termic. În general această cultură urmează limitele de răspândire ale porumbului, depășind cu puțin limita nordică a acestuia. Izoterma lunii iulie de 18°C se prezintă ca limită nordică de amplasare a culturii, fiind local corectată și de alți factori (umiditate, sol, etc).

În emisfera nordică cele mai mari suprafețe se găsesc în limitele de 40-50° latitudine, unde cantitatea precipitațiilor însumează 300-700 mm. Deci, factorul termic limitează zonalitatea răspândirii, iar umiditatea determină arealele de cultivare.

Tehnologia de cultivare a florii-soarelui este complexă și flexibilă și se modifică în dependență de condițiile climatice și economice din an în an atât, pentru întreaga perioadă de vegetație pentru întreaga regiune, cât și pentru un câmp aparte.

Domeniile de utilizare ale culturii de floarea-soarelui sunt diverse - producerea uleiului vegetal, producerea tincturilor farmaceutice, obținerea îngrășămintelor - carbonatului de potasiu, furajarea complexului zootehnic și multe altele.

Conform F.A.O. pe glob floarea-soarelui este cultivată pe o suprafață de peste 21 milioane hectare. Ca pondere floarea-soarelui se cultivă pe cele mai întinse suprafețe în Europa (52,11%), urmată fiind de Asia (19,63%), America de Sud (16,49%), America de Nord (6,95%) și Africa 84,38%.

Se apreciază că în viitor suprafețele cultivate cu floarea-soarelui vor crește în continuare, însă într-un ritm mai scăzut, tendința generală fiind de stabilizare a suprafețelor, datorită restricțiilor tehnologice (ponderea în structura culturilor, atacul agenților fitopatogeni, impactul negativ asupra calității solului) și performanțelor productive și calitative ridicate ale hibridilor noi introduși în cultură.

În Republica Moldova floarea-soarelui se cultivă doar de la mijlocul secolului XIX (grâul de toamnă din sec. XVIII). În același timp aceasta cultură devine una din principalele plante tehnice cultivate. Astfel, conform [50] productivitatea acestei culturi variază de la 6,6 q/ha în județul Lăpușna până la 8,1 q/ha în județul Tighina.

La ora actuală pe teritoriul republicii sunt omologați hibridi și soiuri care prezintă particularități biologice deosebite - durată relativ scurtă a ciclului de vegetație (90-108 zile), productivitate înaltă, rezistență mare către factorii patogeni. Printre acestea menționăm hibridii Luceafărul, Speranța, Ana.

În același timp, variabilitatea semnificativă a climei, [22, 25, 54, 116] și lipsa informației climatice din ultimele decenii cu referință la creșterea și dezvoltarea culturii de floarea-soarelui, necesită evaluarea potențialului agroclimatic, ținând cont de schimbările de climă pe de o parte și cultivarea soiurilor noi omologate pe teritoriul Republicii Moldova pe de altă parte.

### **1.1. Privire istorică asupra cercetării condițiilor agrometeorologice de formare a productivității florii-soarelui**

Asigurarea culturilor cu factori ai mediului este determinată nu doar de condițiile agro-pedologice și cele ale mediului ci și de interacțiunea reciprocă a plantei concrete în semănătură, de concurența existentă pentru lumină, căldură și umiditate.

Ca rezultat al cercetărilor științifice efectuate de către A.P. Alekseev, E.N. Sinskaya și A.I. Ilyina, V.K. Morozov, [67, 112, 128, 156 ], au fost determinate fazele majore de creștere și de dezvoltare a plantelor de floarea-soarelui și evidențiate cel puțin în termeni generali, cerințele la condițiile de mediu caracteristice lor. Acestea la rândul lor ne permit să evaluăm gradul de asigurare a condițiilor optime de creștere și dezvoltare.

În acest scop au fost elaborate metode cantitative și calitative de determinare a valorii recoltei culturilor agricole inclusiv a florii-soarelui. Există o serie de lucrări, printre care J. Atsi [71], V.P. Dmitrenko [99], A.R. Konstantinov [118], S.A. Sapojnikova [147] D.I. Shashko [170], în care se încearcă să se evalueze resursele agroclimatice prin intermediul modelelor fizice și statistice în formarea valorii recoltei la culturile agricole.

Printre acestea, menționăm spre exemplu, metodele empirice, care evaluează productivitatea agrocenozelor ca funcții productive și exprimă prin ecuații de regresie multiple, legătura dintre recoltă și indicii cu valorile meteorologice determinatoare. Un rol important în elaborarea modelelor empirice ale productivității culturilor agricole o au cercetările incluse în [159, 160, 165, 166, 167, 168]. În același timp, constatăm că către funcțiile productive ale modelului o atenție deosebită se acordă unui volum imens de date, iar funcția aproximată este datoare să corespundă cerințelor biologice reale, în caz contrar, unele rezultate obținute pot să nu dezvăluie adevăratele legături corelative dintre productivitatea culturilor agricole și factorii meteorologici ce contribuie la formarea acestora.

Modelele dinamice [137, 158] sunt predestinate pentru prognoza și conducerea operativă cu procesul de producție, reieșind din situațiile agrometeorologice formate. La baza modelărilor dinamice stă descrierea sistemului prin intermediul ecuațiilor simple diferențiate conform datelor empirice [154].

În modelele fizico-statistice [73, 98, 100, 109] recolta este privită ca funcția empirică de abatere a factorilor de mediu de la valorile optime. Către aceste modele se atribuie și modelul Marcov, care include în sine starea bifurcată a sistemului în care trecerile verosimile vor depinde nu numai de starea precedentă a sistemului, dar și de faptul cum sistemul a atins această stare.

Modelele complexe simulative [12, 37] sunt menite să ridice nivelul adecvat al pronosticului agroecologic din contul utilizării mai calitative a valorilor empirice. Aceste modele se formează prin intermediul tehnicilor de calcul. În cadrul acestora sunt incluse: descrierea analitică a obiectului, blocurile informaționale, ale simulărilor și prelucrarea rezultatelor experimentului.

Evaluarea asigurării culturilor cu resurse agroclimatice asociate cu problema selecției este dezvoltată în lucrările A.I. Korovin [122, 123], V.K. Abramov [64], V.N. Dyubin [105].

Așadar, la ora actuală deja sunt elaborate o multitudine de modele în baza șirurilor numerice de lungă durată a productivității culturilor agricole, care permit estimarea creșterii și dezvoltării lor pe parcursul perioadei de vegetație ca rezultată a tuturor proceselor fiziologice. În acest scop se utilizează metodele propuse de Ross, Tooming [163], cât și principiile formulate de acești autori în scopul modelării șirului

de procese fiziologice. În același timp, la nivel regional lipsesc cercetări complexe care ar putea servi drept bază în elaborarea sau desăvârșirea modelelor cunoscute în aspect internațional.

Menționăm, însă, că unele principii de evaluare a condițiilor de formare a valorii recoltei în dependență de factorii agrometeorologici sunt expuse în lucrările Yu. I. Circov [169], F.F Davitaya [92], N.A. Bagrov [72], V.Ghemintern ș.a. [89]

Metodologia propusă de acești autori dă posibilitatea să se identifice condițiile agrometeorologice specifice anumitor culturi reieșind din gradul de asigurare a culturilor cu resurse termice și de umiditate.

Dar, o actualitate tot mai vădită capătă problema ce ține de stabilirea rolului schimbărilor climatice în formarea valorii recoltei. O contribuție mare în dezvoltarea acestei direcții de cercetare au lucrările unor savanți cu renume cum ar fi V.M. Pasov [133, 134], V.M.Obuhov [131], care au evaluat resursele agroclimatice ținând cont și de influența factorilor nefavorabil în baza teoriei recunoașterii modelelor în scopul revizuirii structurii suprafețelor însămânțate.

Cercetările privind cantitatea de ulei obținută în anumite condiții agrometeorologice a fost expusă în lucrările [108, 161, 164] care au stabilit că conținutul de ulei este cu atât mai ridicat cu cât condițiile de umiditate ale perioadei de vegetație se apropie de cele optime.

Problema ce ține de evaluarea raionarea teritoriului privind gradul de favorabilitate pentru procesul de formare a productivității a fost precăutată de Golțberg I.A. [90], Dmitrevschii Yu.D. [101], Kaușila C.M. [113, Paseciniuk L.E. [132], iar problema ce ține de evaluarea suprafețelor de nutriție a culturilor a fost dezvoltată în [74, 91, 124, 157, 162].

Problema ce ține de evaluarea indicilor agroclimatici și metodologia de determinare a lor, a fost abordată pentru prima dată de Selaninov G.T. care pe statut de pionierat a introdus termenul de „indici climatici a culturilor”. Tot el a propus un șir de indici agroclimatici cu un spectru larg de utilizare și la ora actuală: suma temperaturilor active determinate după valorile temperaturii medii diurne; coeficientul hidrotermic; valorile medii ale temperaturilor minime absolute ale aerului și solului etc., [127].

Astfel, am stabilit că cel mai frecvent utilizați indicatori experimentali de determinare a resurselor agroclimatice sunt :

- Metoda observațiilor paralele sau asociate asupra procesului de creștere și dezvoltare și de formare a valorii productivității culturilor agricole pe de o parte și condițiile meteorologice pe de altă parte propusă de Brounov P.I.

- Metoda semănăturilor geografice, propusă de Vavilov N.I., care presupune monitoringul fazelor fenologice a semănăturilor de la diferite latitudini.

- Metoda semănăturilor consecutive propusă de Selaninov G.T.
- Metoda prelucrării șirurilor numerice ale valorii productivității și factorilor meteorologici propusă de Brounov P.I., care permite să se stabilească „perioadele critice” de dezvoltare a culturilor.
- Metoda semănăturilor microclimatice dezvoltată de Davitaia F.F.
- Metoda cercetărilor de laborator.

Una din principalele concluzii stabilite până acum este că chiar și în regiunile considerate ca prielnice pentru cultivarea florei-soarelui necesitățile culturilor nu sunt asigurate pe deplin, iar condițiile agroclimatice determină o influență evidentă în "relația" dintre plante deoarece ele se concurează reciproc în scopul obținerii necesarului în factorul limitrof. De exemplu în cazul unei secete plantele vor concura nu pentru căldură sau lumină, ci pentru accesul la rezervele de umiditate.

## 1.2 Analiza studiilor privind cerințele florei-soarelui către factorii de mediu

Factorii climatici influențează pregnant creșterea și dezvoltarea culturii de floarea-soarelui. Cele mai mari efecte asupra capacității de producție le au temperatura, suma precipitațiilor și umiditatea relativă a aerului, [3, 4, 5, 35, 43, 47, 102]. Astfel, aportul factorilor meteorologici în variabilitatea climatică a valorii recoltei a fost determinat ca raport de corelare dintre valoarea productivității cu regimul termic și cel de umiditate utilizând ecuația de regresie multiplă. În final s-a obținut un coeficient (tab.1) de corelare (r) care ne indică la aportul fiecărui factor în formarea valorii productivității, eroarea calculată constituie 0,01, ceea ce permite să constatăm legătura strânsă dintre factorii meteorologici și productivitatea culturii date.

**Tabelul 1.1.** Valorile coeficientului de corelare productivitate – parametru meteorologic

Factorii meteorologici	Coeficientul de corelare	Factorii meteorologici	Coeficientul de corelare
<b>aprilie</b>		<b>iulie</b>	
Temperatura medie	0,5532	Temperatura medie	<b>0,9955</b>
Decada I	0,5486	Decada I	0,5241
Decada II	0,5358	Decada II	<b>0,9033</b>
Decada III	0,5452	Decada III	0,6220
Maximul absolut	0,4118	Maximul absolut	0,4531



Minimul absolut	0,0973	Minimul absolut	0,0882
Temperatura medie maximă	0,2193	Temperatura medie maximă	0,6842
Temperatura medie minimă	<b>0,8720</b>	Temperatura medie minimă	<b>0,9704</b>
Cantitatea de precipitații	0,3563	Cantitatea de precipitații	0,4154
<b>mai</b>		<b>august</b>	
Temperatura medie	0,6967	Temperatura medie	0,6209
Decada I	0,6884	Decada I	0,5738
Decada II	0,6851	Decada II	0,6139
Decada III	<b>0,7060</b>	Decada III	0,6028
Maximul absolut	0,3923	Maximul absolut	<b>0,7751</b>
Minimul absolut	0,6696	Minimul absolut	0,6950
Temperatura medie maximă	<b>0,9272</b>	Temperatura medie maximă	0,6602
Temperatura medie minimă	0,5083	Temperatura medie minimă	<b>0,7773</b>
Cantitatea de precipitații	0,2737	Cantitatea de precipitații	0,2997
<b>iunie</b>		<b>septembrie</b>	
Temperatura medie	<b>0,9317</b>	Temperatura medie	0,7288
Decada I	0,3863	Decada I	0,7371
Decada II	0,0311	Decada II	0,7409
Decada III	0,3806	Decada III	0,7285
Maximul absolut	0,5316	Maximul absolut	0,1335
Minimul absolut	0,0538	Minimul absolut	<b>0,9245</b>
Temperatura medie maximă	0,0831	Temperatura medie maximă	<b>0,9291</b>
Temperatura medie minimă	<b>0,8854</b>	Temperatura medie minimă	0,1317
Cantitatea de precipitații	<b>0,9189</b>	Cantitatea de precipitații	0,2263

Astfel analiza datelor incluse în tabel permite să scoatem în evidență următoarele particularități: influența unui și aceluiași factor în diferite luni (care deseori corespund unei anumite faze ontogenetice) este diferită. Spre exemplu cantitatea de precipitații căzută în luna iunie are o importanță mult mai mare în formarea valorii productivității față de cantitatea lor din luna septembrie. Ontogenetic

în aceste perioade floarea-soarelui se află în faza de umplere a seminței (luna VI) și o cantitate mai ridicată de precipitații va favoriza o creștere și umplere mai semnificativă a seminței determinând astfel și valori mai ridicate ale productivității. Precipitațiile din luna septembrie (perioada când are loc coacerea deplină) determină pierderi în valoarea recoltei deoarece colotidiul absorbind apa „se înclină” favorizând astfel căderea semințelor.

Analiza în timp și spațiu a condițiilor meteorologice și a productivității florii-soarelui pe teritoriul Republicii Moldova denotă că pentru această cultură factorul limitrof de cultivare sunt condițiile de umezeală. În același timp, în unii ani temperatura poate servi ca factor limită în obținerea recoltelor înalte. Spre exemplu, în anii 1960, 1963, 1976, 2004 din cauza fondului termic scăzut, mai ales în faza ontogenetică de umplere a semințelor, a condus la scăderea productivității cu precădere în raioanele de nord a Republicii Moldova.

Așadar, cu toate că se consideră că condițiile climatice sunt favorabile pentru creșterea și dezvoltarea florii-soarelui, anumite situații meteorologice pot favoriza sau dimpotrivă reține dezvoltarea favorabilă a acestei culturi [14].

De aceea, studiul variabilității în timp și spațiu a elementelor meteorologice în anumite faze ontologice de creștere și dezvoltare a culturii de floarea-soarelui prezintă un interes deosebit.

Este cunoscut faptul, că pentru a se dezvolta culturile agricole au nevoie de anumite condiții de viață printre care menționăm regimul termic, regimul de umiditate și substanțele nutritive, oferite de sol, definite și ca resurse agroclimatice și pedologice.

Arealul natural de răspândire a florii-soarelui este cuprins în zona secetoasă a preeriilor din America de Nord [69, 84, 107]. Procesul de omologare (cultivare) a permis transformarea acesteia într-o cultură oleaginoasă înalt productivă a zonelor de stepă și silvostepă (cu climă continentală), cărora le sunt caracteristice temperaturile înalte și umiditatea mică a aerului în perioada caldă, manifestarea fenomenului de secetă, determinat de o evaporabilitate sporită pe fondul unor cantități mici de precipitații. Manifestarea acestor fenomene se suprapune cu perioada de vegetație activă a culturii de floarea-soarelui fapt ce a determinat-o să se adapteze la condițiile impuse. Acest fapt la rândul său a determinat ca floarea-soarelui să devină o cultură iubitoare de căldură, aptă să suporte uscăciunea solului, suhoveiurile. În zonele cu umiditate ridicată, pe parcursul perioadei de vegetație, floarea-soarelui este supusă acțiunii dăunătorilor și bolilor.

În procesul de creștere și dezvoltare cultura de floarea-soarelui parcurge un șir de perioade caracteristice, fiecare din ele caracterizându-se prin modificări cantitative

și calitative a reacțiilor biochimice, ale funcțiilor fiziologice și proceselor de organogeneză. Astfel în creșterea plantelor putem distinge două perioade de bază:

- de formare a organelor vegetative – sistem radicular, tulpină și frunze;
- de formare a organelor generative – inflorescențe, flori și organele de înmulțire - semințe.

Cele mai valoroase soluri în cultivarea culturii se consideră cernoziomurile profunde pe roca maternă afânată, permeabilă. Cernoziomurile degradate, solurile cenușii de pădure și podzolurile pot asigura o productivitate ridicată doar în cazul când sunt asigurate cu îngrășăminte organice și minerale. Solul pregătit pentru cultivarea florii-soarelui trebuie să fie arat din toamnă, brazdele să fie adânci (23-25 cm), deoarece sistemul radicular este foarte bine dezvoltat [70].

Floarea-soarelui este o plantă pretențioasă la căldură, cu cerințe mari față de acest factor de vegetație, prezentând însă și o bună adaptare și rezistență la oscilații mari ale temperaturii, dezvoltându-se normal atât la temperaturi ridicate de 25-30°C, cât și la temperaturi mai joase de 13-17°C [77, 78, 86]. În acest caz, însă, se produc unele perturbări în derularea fazelor fenologice în sensul întârzierii acestora. Cele mai sensibile în acest sens sunt fazele de înflorire și coacere.

Germinația semințelor se poate produce la temperaturi ale solului de 4-5°C, când are loc o răsărire incompletă, însă, temperatura optimă, pentru o răsărire rapidă, uniformă și cu plante viguroase, este de cca. 8-10°C.

De la răsărire până la apariția inflorescenței, temperaturile optime pentru o bună dezvoltare variază în limitele 11-16°C. Plantele tinere sunt vulnerabile la temperaturi negative. Dacă asemenea temperaturi persistă mai mult timp, nu distrug planta în întregime, ci doar vârful de creștere, ceea ce ulterior duce la ramificarea tulpinilor și la formarea mai multor inflorescențe mici.

Suma temperaturilor active necesară creșterii și dezvoltării florii-soarelui este de 1600 – 2800°C în dependență de soi. Totodată, cerințele florii-soarelui către resursele termice sunt diferite, conform diferitor evaluări la acest compartiment. Astfel [27, 75] menționează că minimul climatic care conturează zona de cultivare a florii soarelui se mărginește de izoterma lunii iulie de 21-22°C, unde suma temperaturilor active este de 2300-2600°C. O altă sursă stipulează cu sume de temperaturi egale cu 2600-2900°C pentru un fond termic stabilit în limitele de 5-10°C. În opinia noastră aceste diferențieri, sunt determinate de faptul că diferiți autori au utilizat diferite metode de determinare a sumelor de temperatură.

În baza cercetărilor de laborator efectuate, Semihnenko [149] a ajuns la concluzia că semințele de floarea-soarelui încolțesc la o temperatură de +2, +4°C dar creșterea sistemului radicular are loc lent, iar o temperatură mai mică de +5°C nu este efectivă. Suma temperaturilor efective, conform acestui autor este de 90-98°C.

În tabelul 2 sunt incluse pragurile termice specifice anumitor faze ontogenetice conform cărora noi am evaluat gradul de asigurare cu resurse termice [85].

**Tabelul 1.2.** Pragurile termice pe faze fenologie pentru floarea-soarelui

Nr. d/o	Faza fenologică	Valorile parametrilor meteorologici
1.	Semănat-apariția plantulelor	Umflarea și germinarea semințelor are loc la o valoare a temperaturii care oscilează în limitele 5-12°C. Optimum este cuprins în limitele 8-14°C. Valorile mai mari de 15°C determină o întârziere a apariției plantulelor, ca rezultat al faptului că se stabilește o uscăciune a stratului fertil. În această fază floarea-soarelui rezistă la temperaturi de -2-4°C dar care au o durată de influență mică.
2.	Apariția plantulelor –formarea rudimentelor calatidiului	Optimum termic se stabilește în limitele 6-10°C.
3.	Formarea calatidiului - umplerea semințelor	În perioada înflorii floarea-soarelui necesită temperaturi moderate 22-24°C. Optimum termic se stabilește în limitele 21-26°C. Temperaturile mai mari de 30°C determină pierderea vitalității polenului și formarea unui număr mare de semințe seci.
4.	Coacerea deplină	Este o perioadă dependentă de regimul de umiditate. Valorile termice au o influență secundară.
5.	Întreaga perioadă vegetație	Valorile optime sunt cuprinse între 18-22°C.

Floarea-soarelui face parte din grupa culturilor de zi lungă, fapt care îngreunează cultivarea ei în zonele nordice. Ca și temperatura, lumina constituie un factor energetic important în creșterea și dezvoltarea acestei culturi. Influența lungimii zilei se schimbă în decursul dezvoltării: la începutul dezvoltării, în faza de formare a frunzelor, lungimea zilei acționează ca factor fotoperiodic, încetinind sau grăbind ritmul dezvoltării; după începerea diferențierii receptacolului, lungimea zilei încetează să acționeze ca factor fotoperiodic, având mare importanță intensitatea și cantitatea de lumină primită zilnic de plantă. În perioada de creștere activă, lumina capătă o importanță deosebită ca factor de fotosinteză. În faza de formare a inflorescenței până la sfârșitul fazei de maturitate intensitatea luminii influențează puternic ritmul de creștere al semințelor și calitatea uleiului acumulat de ele [150, 155].

În afară de condițiile termice un rol important pentru creșterea și dezvoltarea florii-soarelui îl joacă și condițiile de umiditate. Insuficiența de umiditate condiționează o scădere a valorii productivității și a componenței chimice a semințelor. Din acest punct de vedere menționăm că în condițiile insuficienței de umiditate semințele prezintă un conținut redus de ulei și invers un conținut ridicat de componenți proteici.

Floarea-soarelui consumă cantități importante de apă, atât în perioada creșterii active, cât și în perioada formării și umplerii semințelor. Coeficientul de transpirație este destul de mare, variind de la 470 la 765. Conform [9, 65, 80, 81, 106] pentru obținerea unei unități de masă uscată se consumă 469-569 unități de apă. Spre exemplu grâul în același scop consumă 435 unități. Rezervele de apă din sol determină diferențierile cele mai mari în timp și spațiu ale recoltelor, reprezentând factorul de vegetație principal în zonele cu precipitații anuale insuficiente ceea ce este specific și pentru Republica Moldova.

Rezistența la secetă a florii-soarelui se explică nu numai prin capacitatea sistemului său radicular de a explora rezervele de apă existente în diferite straturi ale solului, dar și prin faptul că plantele suportă deshidratarea temporară a țesuturilor (ofilirea frunzelor) provocate de secetă [117, 121].

Conform [51] pentru perioada semănat – răsăritul plantulelor consumul de apă se stabilește la 45-70 m<sup>3</sup>/ha, astfel utilizând 20-25% din volumul total necesar.

Consumul maxim de apă (30-50%) e observă în perioada formării calatidiilor și până la înflorirea plantelor. În acest timp plantele consumă de la 60-75 m<sup>3</sup>/ha până la 2000-2500 m<sup>3</sup>/ha. Pentru perioada de la înflorire până la coacere valorile consumului de apă se micșorează până la 35-45 m<sup>3</sup>/ha (în medie). Surplusul de apă în această perioadă aduce la diminuarea semnificativă a calității semințelor (se mărește conținutul de acid în ulei) și totodată determină scăderea considerabilă a valorii productivității ca rezultat a dezvoltării puternice a putregaiului alb și cenușiu la calatidiu.

O recoltă sporită a masei uscate și evapotranspirația ridicată la cultura de floarea soarelui provoacă fenomenul de secătuire a solului ceea ce este extrem de important în selectarea asolamentului.

Menționăm, că floarea-soarelui, este o cultură prășitoare care în asolament poate să revină pe același lot doar peste 5-6 ani. Cultivarea florii-soarelui este problematică și după culturile care au un sistem radicular bine dezvoltat cum ar fi: sfecla de zahăr, lucernă [10, 79, 82].

Raportul culturii de floarea-soarelui către suma temperaturilor active mai mari de 10°C a determinat clasificarea acestei culturi conform gradului de precocitate în

patru grupe: cu coacere timpurie (1000-2000°C); cu coacere medie (2000-3000°C); cu coacere târzie (3000-4000°C) și cu coacere foarte târzie (>4000°C) [148].

Reieșind din cele menționate mai sus, evaluarea condițiilor agrometeorologie de formare a productivității florii-soarelui a fost efectuată complex [127], ținând cont de: evaluarea resurselor termice ale perioadei de vegetație și a fazelor fenologice; evaluarea resurselor de umiditate a perioadei de vegetație și evaluarea condițiilor nefavorabile din perioada de vegetație a florii-soarelui. Nu am evaluat resursele de lumină și condițiile de rezistență la înghețuri.

Schimbarea climei actuale, lipsa cercetărilor ce țin de evaluarea noilor condiții agrometeorologice de formare a productivității culturii de floarea-soarelui a determinat cercetările propuse.

Cercetarea se axează pe metode noi propuse la nivel internațional dintre care menționăm utilizarea indicilor complecși SPI (indicele standardizat al precipitațiilor) și SPEI (indicele standardizat al precipitațiilor și evapotranspirației), precum și indicele perioadelor uscate (Izu) elaborat în cadrul laboratorului Climatologie și riscuri de mediu utilizat în cercetările internaționale pe teritorii adiacente (România și Ucraina). Metodele statistice vor permite evaluarea cantitativă și calitativă a valorilor parametrilor meteorologici pe de o parte și a productivității florii-soarelui pe de altă parte. Una din metodele aplicate va fi și metoda cantitativă exprimată prin indicele Melnic, care scoate în evidență rolul condițiilor agrometeorologice în formarea valorii productivității la floarea-soarelui.

Problema științifică propusă spre cercetare constă în a evidenția rolul schimbărilor climatice în formarea valorii productivității culturii de floarea-soarelui.

## **2. MATERIALE ȘI METODE DE CERCETARE**

### **2.1. Materiale de cercetare**

Cercetările efectuate în această lucrare au fost realizate în cadrul Laboratorului Climatologie și Riscuri de Mediu a Institutului de Ecologie și Geografie al USM, în carul Programului de Stat (2020-2024) proiect cu cifrul 20.80009.7007.08 „Modelarea spațio-temporală a factorilor abiotici de mediu pentru estimarea stabilității ecologice a peisajelor”.

Ca materiale de studiu au servit datele ce reflectă fazele de dezvoltare și recolta culturii de floarea-soarelui la nivelul teritoriul Republicii Moldova și a unităților sale teritorial administrative.

Datele meteorologice care caracterizează regimul termic (temperatura medie lunară, temperatura medie sezonieră, etc.) și valorile ce caracterizează regimul precipitațiilor atmosferice atât în aspect lunar dar și ținând cont de manifestarea fazelor de dezvoltare a culturii de floarea soarelui.

Astfel, suportul informațional supus prelucrării a fost constituit din șirurile de date multianuale privind regimul termic și de umiditate de la 15 stații meteorologice din subordinea SHS, dar și indici numerici ce caracterizează creșterea și dezvoltarea diferitor soiuri de floarea-soarelui. Printre aceștia menționăm valoarea medie a recoltei pe hectar înregistrată la Biroul Național de Statistică (perioada anilor 1980-2020) și datele de manifestare a fazelor de dezvoltare a florii-soarelui.

Așadar, baza informațională de date a fost creată inițial în cadrul programului Microsoft Excel, parte componentă a Microsoft Office Profesional.

Deoarece acest sistem este destul de comod pentru păstrarea și utilizarea informației climatice în formă tabelară, toată baza inițială de date a fost creată în cadrul acestui soft. În prelucrarea statistică a acestei informații și în prezentarea ei spațială s-au mai utilizat și alte programe, cum ar fi Statgraphics, Surfer, ArcGis.

Un rol aparte în studiu îl are baza de date constituită din anumiți indici statistici obținuți ca rezultat al prelucrării șirurilor inițiale de date prin intermediul statisticii climatice, care oferă posibilitatea prelucrării unui volum mare de date climatice și agroclimatice ce asigură estimarea operativă și veridică a potențialului agroclimatic a unui teritoriu. Un rol aparte îl are statistica descriptivă, care se ocupă cu descrierea informației statistice. Astfel, statistica climatică ne-a oferit posibilitatea de a calcula:

- parametri de nivel (medie aritmetică, modul, mediană), numiți deseori și parametri ai tendinței centrale sau valori centrale, valori concentrate în zona frecvențelor maxime - de la care de la distanțe mai mari sau mai mici se plasează celelalte valori din șir;
- parametri dispersiei, care exprimă gradul de dispersare a valorilor din șir în jurul valorilor centrale;
- indicii de asimetrie, care exprimă asimetria curbilor, adică măsura (cantitativă) în care maximumul de frecvență este deplasat spre stânga sau spre dreapta față de centrul intervalului de variație;
- indicii de exces, care exprimă numeric gradul de grupare (concentrare) a valorilor din șir în apropierea valorilor centrale, de aici decurgând forma mai ascuțită sau dimpotrivă, mai aplatizată, a curbilor de distribuție.

Cea mai simplă caracteristică a șirurilor meteorologice este media aritmetică. În paralel cu media aritmetică, abaterea medie pătratică ( $\sigma^2$ ) este caracteristica de bază a unei distribuții. Ea reprezintă dispersarea anumitor valori empirice pe de o parte și

de alta de media aritmetică și se exprimă prin rădăcina pătrată a variației unei distribuții, adică a dispersiei ( $\sigma^2$ ).

Deviația standard are aceeași unitate de măsură ca și variabila pe care o caracterizează. Prin urmare putem compara doar deviațiile standard ale unora și aceluiași șiruri de variabile cu unități de măsură omogene (doar precipitații sau doar valori termice). În cazul când deviația standard este cu mult mai mică comparativ cu valoarea medie se aduce indicele într-o gamă de valori mai convenabilă, înmulțind cu 100 raportul dintre deviația standard către media multianuală. Deci, se poate calcula coeficientul de variație (Cv), ca raport procentual dintre abaterea standard și medie. La dezvăluirea esențială a mediilor un rol aparte îl joacă și probabilitatea sumară, sau estimarea gradului de asigurare.

Asigurarea indicilor climatici și agroclimatici de 5 % și 95 % în studiile înaintate au fost considerate ca indicator a fenomenelor extreme. Posibilitățile oferite de tehnicile de calcul, la etapa actuală, asigură evidențierea omogenității și veridicității datelor, [13, 38, 41, 103, 114].

Testarea datelor către veridicitate a fost efectuată conform criteriului Kolmogorov și  $\chi^2$  (așa numitul criteriul Pearson) exprimat prin:

$$\chi_e^2 = \sum^k [(P_{e,i} - P_{t,i})^2 / P_{t,i}], \quad (2.1)$$

unde  $\chi_e^2$  - repartiția empirică,  $P_{e,i}$  - frecvența empirică în gradația  $i$ ,  $P_{t,i}$  - probabilitatea teoretică de includere a valorii incidentale în gradația  $i$ ,  $k$  - numărul gradațiilor.

Legea testării conform criteriului dat constă în faptul, că în cazul când repartiția empirică ( $\chi_e^2$ ) este mai mică decât cea teoretică ipoteza înaintată este veridică și invers în cazul  $\chi_e^2 > \chi_t^2$  ipoteza precum că datele se supun legii normale de distribuție se respinge. Toate datele ce au fost testate conform acestui criteriu nu au depășit limita repartiției teoretice, fapt ce ne permite să concluzionăm că șirurile statistice sunt veridice și se supun legii teoretice de distribuție. Cu toate, că acest criteriu foarte des este utilizat în prelucrarea statistică, de obicei se consideră că ar fi binevenit de a controla corespunderea repartiției datelor empirice cu cele teoretice cu ajutorul și altor criterii. De aceea adăugător datele au mai fost supuse testării conform criteriului Kolmogorov ( $\lambda$ ) care estimează apropierea repartiției reale (empirice) către cea teoretică pe calea calculării indicelui  $D = \max(P_e - P_t)$ , deci a diferenței maxime dintre periodicitățile teoretice și empirice ce se compară.



Schema utilizării criteriului dat constă în faptul că la început se construiesc funcțiile integrale teoretice și empirice de repartiție, apoi se calculează maximumul modulului D. Apoi [28, 115] în urma calculului indicelui D se precută limitele permise a valorilor criteriului dat ( $P_\lambda$ ). În cazul când  $P_\lambda \geq 0.05$  concordanța dintre repartițiile studiate este confirmată. Și în cazul dat s-a recurs la posibilitatea statisticii matematice pentru a evidenția legăturile de legătură dintre factorii geografici (latitudinea și longitudinea geografică, altitudinea absolută și relativă, gradul de înclinare și expoziția versanților, gradul dezmembrării vechi erozionale) și schimbarea valorilor meteorologice sub influența lor. Pentru aceasta s-a recurs la selectarea optimală a predictorilor semnificativi în formarea câmpurilor climatice, folosindu-se câteva proceduri alternative și anume metoda ecuațiilor de regresie [2], care presupune cuantificarea relațiilor dintre una (regresia simplă) sau mai multe (regresia multiplă) variabile independente (explicative, predictorii) și o variabilă dependentă (de răspuns). Cuantificarea relațiilor cauzale poate fi realizată prin ecuații liniare (regresie liniară) sau neliniare (regresie neliniară). Aceste ecuații au o proprietate comună, aceea de a minimiza suma pătratelor ecarturilor dintre valorile reale și valorile predictate ale variabilei dependente (minimizarea varianței reziduale).

Analiza de regresie este folosită în climatologie în scopuri multiple:

- Pentru estimarea distribuției spațiale a unui parametru climatic în funcție de factorii de control ai acesteia (coordonate geografice, altitudine, expoziție, pantă, energie de relief etc.);
- Pentru estimarea unei variabile climatice, mai complexe, sau mai dificil de măsurat, în funcție de alte variabile climatice, mai simple sau mai ușor de măsurat;
- Pentru estimarea tendinței de evoluție a parametrilor climatici. Această aplicație este un caz particular al regresiei simple, în care variabila explicativă este timpul.

Utilizarea în cercetare a ecuațiilor de regresie presupune și utilizarea mai multor proceduri de pas și anume:

- procedura de pas cu includerea treptată a variabilelor;
- procedura de pas cu excluderea treptată a variabilelor, care ne permit să determinăm gradul de semnificație a fiecărui element în parte.

Este evident, că influența diferitor factori fizico-geografici în distribuirea câmpurilor climatice nu este echivalentă. De aceea s-a selectat setul de factori statistic semnificativi pentru predicția câmpurilor de temperatură. Pe măsura selectării factorilor fizico-geografici se urmărește valoarea  $R^2$  (coeficientului de determinare) și a nivelului semnificației ( $p$ ) a fiecărui factor în parte ce se introducea în model. Astfel,

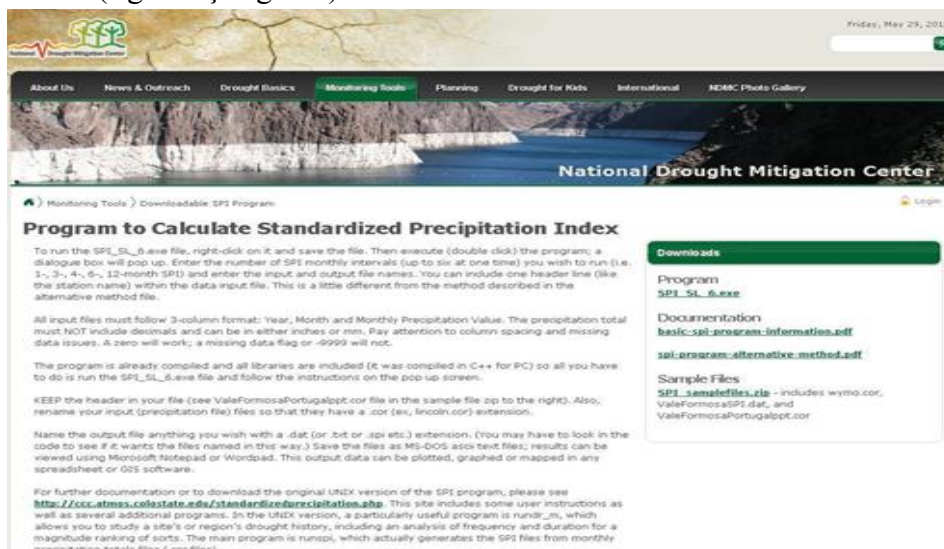
au fost obținute ecuațiile de regresie a indicilor climatici precăutați, ce mai apoi au permis modelarea și interpretarea spațială a lor.

## 2.2 Metodele de cercetare utilizate în studiu

În condițiile climei regionale, deosebit de importantă este selectarea adecvată a indicilor complecși ce prezintă gradul de asigurare cu resurse de căldură și umezeală. În contextul schimbării climei actuale monitorizarea condițiilor agrometeorologice de formare a productivității florii-soarelui denotă că aceasta în ultimii ani este în strânsă dependență de cădere a precipitațiilor și de manifestarea secetelor frecvente și intensive.

Așadar, monitorizarea regimului de umiditate, în special a secetelor poate fi efectuată prin utilizarea SPI și SPEI. SPI a fost propus de McKee și colab. în 1993 și este recomandat de către OMM [144, 145]. SPEI a fost elaborat de către Serrano, Begueria și Moreno în anul 2010 [56, 61, 63].

Calculul ambilor indici a fost posibil de efectuat utilizând programele speciale plasate online (fig. 2.1 și fig. 2.2).



**Fig.2.1.** Programul de calcul a Indicelui Standardizat al Precipitațiilor (SPI)

Sursa: <http://drought.unl.edu/MonitoringTools/DownloadableSPIProgram.aspx>

SPI este un indice simplu, bazat pe probabilitatea precipitațiilor și este utilizat în peste 169 țări. Pentru calcul sunt necesare doar precipitațiile lunare pentru o perioadă de cel puțin 30 ani. Precipitațiile se normalizează, folosind o distribuție a

probabilității astfel încât valorile SPI sunt de fapt văzute ca deviații standard de la mediană. SPI nu este pur și simplu "diferența de precipitații și medie împărțită la deviația standard". SPI poate fi calculat pentru diferite scări de timp. Valorile SPI pozitive caracterizează perioadele umede, iar cele negative – perioadele uscate. Distribuția SPI pentru toată perioada este normală, media este egală cu zero, iar deviația standard – cu unitatea. SPI poate fi calculat cu serii de date chiar și cu valori omise.

În studiul recent au fost utilizate seriile de date lunare ale precipitațiilor și temperaturii aerului, înregistrate la 16 stații și 11 posturi agrometeorologice ale SHS în perioada 1980-2020 (40 ani).

Condițiile de umiditate a solului răspund la anomaliile precipitațiilor pe o scară de timp relativ scurtă. Apele subterane, debitul fluvial și acumularea în rezervoare reflectă anomaliile precipitațiilor pe termen mai lung. Din aceste motive, McKee și colab. au calculat inițial SPI pentru intervalele de timp de 3, 6, 12, 24 și de 48 luni, [59, 60].

Neajunsul SPI: utilizează numai precipitațiile, fără a ține cont de temperatură și evapotranspirație.

SPEI este calculat în baza datelor de precipitații, temperatură și latitudinea locului, cea ce permite de a ține cont și de evapotranspirația potențială (ETP). SPEI se bazează pe bilanțul de apă, acesta poate fi comparat cu indicele autocalibrat Palmer de severitate a secetei (sc-PDSI). SPEI este bazat pe procedura originală de calcul SPI și utilizează aceleași scări de timp disponibile ca și SPI. SPEI utilizează diferența lunară (sau săptămânală) între precipitații și ETP (evapotranspirația potențială), care este o metodologie simplă a bilanțului de apă care se calculează la diferite scări de timp pentru a obține SPEI. Pentru a calcula SPEI este nevoie de un set complet (fără valori omise) de date seriale, atât de temperatură cât și de precipitații (săptămânal sau lunar).



**Fig.2.2.** Programul de calcul a Indicelui Standardizat al Precipitațiilor și Evapotranspirației (SPEI). Sursa: <http://digital.csic.es/handle/10261/10002>

Valorile SPI și SPEI au fost calculate în toate locațiile și lunile din această perioadă pentru 4 scări de timp: 1 lună, 3 luni, 6 luni și 12 luni. A fost creată o bază enormă de date corespunzătoare și construite o serie de grafice ale SPI și SPEI ca funcție de an, lună în perioada menționată pentru fiecare scară de timp.

În elaborarea hărților digitale ale valorilor SPI, SPEI ca interpolator a valorilor calculate a fost utilizată metoda Spline (Curbură minimă). Deoarece seceta se propagă pe suprafețe vaste, hărțile au fost elaborate doar la rezoluția 1000 m.

Așadar, SPI are un avantaj forte prin capacitatea sa de a fi calculat pentru mai multe scări de timp, care asigură oportunitatea de a lucra cu multe dintre tipurile de secetă cum ar fi cea meteorologică și agrometeorologică. Abilitatea de calculul a SPI pe mai multe scări de timp oferă flexibilitate în evaluarea condițiilor de precipitații, în raport cu apa. Așa cum am menționat mai sus, SPI a fost conceput pentru a cuantifica deficitul de precipitații pentru mai multe scări de timp, sau în ferestre de mediere glisante. Aceste scări de timp reflectă impactul secetei asupra resurselor de umiditate și sunt utile în luarea deciziilor de optimizare a culturilor agricole. Condițiile meteorologice și umiditatea solului, sunt receptive la anomaliile de precipitații caracteristice unor intervale scurte de timp, cum ar fi 1-6 luni, în timp ce debitul râului și rezervele de apă subterană sunt influențate de anomaliile de precipitații ce poartă un termen lung de ordinul a 6-24 luni sau mai mult. Așa de exemplu, SPI calculat pentru o perioadă de 1 sau 2 luni reprezintă interes în aprecierea secetei meteorologice, SPI determinat pentru 1-6 luni – este util în determinarea secetei agricole, iar SPI evaluat

pentru o perioadă de la aproximativ de la 6 la 24 de luni – oferă posibilitatea să se aprecieze manifestarea secetei hidrologice.

De obicei, SPI calculat pentru o lună (SPI-1) este foarte similar cu o hartă care arată procentul de precipitații normale pentru perioada de 30 de zile. De fapt SPI este o reprezentare mai exactă a cantității de precipitații lunare distribuite conform normalizării șirului. De exemplu, valoarea SPI determinat pentru o singură lună la sfârșitul luni noiembrie, compara precipitațiile totale de o lună pentru luna noiembrie a acestui an, în special, cu precipitațiile totale din luna noiembrie pentru toți anii înregistrați. Având în vedere că valorile SPI-1 reflectă condițiile pe termen scurt, utilizarea acestuia poate fi strâns legată de seceta meteorologică sau atmosferică și umiditatea solului, care determină stări de stres pentru floarea-soarelui, în special în timpul sezonului de creștere. SPI-1 poate aproxima condițiile reproduse de un alt indice de umiditate pentru plante, care este parte a unui set de indicatori în cadrul secetei Indicele de Severitate Palmer. Interpretarea SPI-1 poate fi greșită, dacă nu sunt luate în considerare particularitățile climei. De exemplu, în regiunile unde cantitatea de precipitații este în general scăzută în timpul lunii, valori relativ ridicate sau scăzute ale SPI pot fi obținute chiar și cu o abatere relativ mică de la medie. Valorile SPI pentru o lună pot de asemenea, induce în eroare atunci, când valoarea cantității de precipitații este mai mică față de normă. Cu toate că harta repartiției SPI pentru o lună are unele avantaje, totuși, în interpretarea ei trebuie să fim precauți.

În același timp, constatăm, că se pot calcula valorile săptămânale ale SPI, cu toate acestea, există o posibilitate reală de coliziune cu un număr de zile de vreme uscată (0.00 precipitații, chiar și în regiunile cu climat arid), provocând un comportament „neadecvat” al SPI, de aceea o așa abordare nu este recomandată. Dar, este acceptabil ca SPI să fie actualizat în fiecare săptămână pentru un interval de timp de la 1 la 24 de luni. Acest concept de „fereastra glisantă” nu are un impact negativ asupra programului.

Valoarea științifică a SPI-3 constă, în faptul că se compară cantitatea precipitațiilor atmosferice pentru o perioadă de trei luni ale unui an concret cu media a trei luni a perioadei de referință. Spre exemplu, în condițiile Republicii Moldova, SPI-3 pentru luna februarie, compară precipitațiile totale din scala de timp a perioadei de referință. În cercetările propuse perioada de referință este de 35 ani (1980-2014). Un avantaj al acestui indice constă în faptul că datele de intrare pot fi completate sistematic.

Așadar, valorile SPI în acest caz vor varia în funcție de perioada istorică și statistică supusă studiului. În cazul SPI-3 menționăm că acesta reflectă condițiile de umiditate pe termen scurt și mediu și permite evaluarea cantității precipitațiilor sezoniere.

În regiunile preponderent agricole acest indice este cu mult mai informativ, simplu și eficient de utilizat comparativ cu indicele Palmer [52, 62, 94, 97]. De exemplu în cazul florii-soarelui, valoarea SPI-3 pentru luna mai este extrem de informativ, deoarece acesta relevă starea resurselor de umiditate a solului la începutul perioadei de vegetație.

SPI-6 prezintă tendința sezonieră stabilă (pe parcursul a 6 luni) și este considerat la fel a fi mai precis comparativ cu indicele Palmer. SPI-6 este utilizat cu succes în cazul evidențierii specificului de manifestare a condițiilor de ariditate pe parcursul a 6 luni.

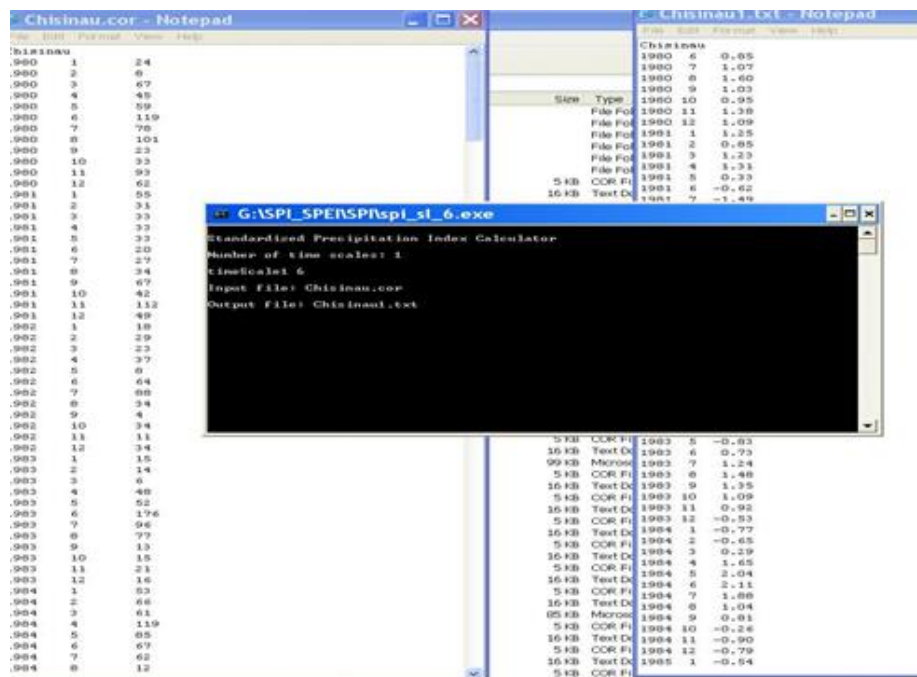
Astfel în condițiile Republicii Moldova SPI-6, spre exemplu luna martie ar fi un indicator foarte bun privind cantitatea de precipitații care au căzut în timpul sezonului rece și redă care a fost cantitatea acestora în lunile octombrie-martie.

SPI-12 oferă informația privind cantitatea precipitațiilor pentru un an, comparându-le cu cele a perioadei de referință.

Menționăm la utilitatea favorabilității utilizării acestuia, la părerea noastră, în cazul estimării regimului de ariditate asupra creșterii și dezvoltării florii-soarelui deoarece calculul SPI-12 ține cont că, valorile acumulate trebuie să fie utilizate în analiza intensității secetei, iar distribuția normalizată permite să evalueze atât perioadele uscate cât și cele umede. Este la fel necesar ca datele privind cantitatea de precipitații de 30 ani să fie asigurată iar datorită naturii sale probabilistic indicele este foarte potrivit pentru gestionarea a riscurilor și facilitează luarea deciziilor de diminuare a impactului acestora.

Indicele Standardizat al Precipitațiilor propus de McKee et al. în 1993, în limita teritoriului Republicii Moldova a fost calculat utilizând programul online propus de OMM (<http://drought.unl.edu/MonitoringTools/DownloadableSPIProgram.aspx>.) cu date specifice și anume: cantitatea de precipitații [fig. 2.3].

În acest scop, șirurile numerice ale cantității precipitațiilor se normalizează, folosind o distribuție a probabilității, astfel, încât valorile SPI sunt de fapt văzute ca deviații standard de la mediană. Distribuirea normalizată permite estimarea ambelor perioade uscată și umedă. Valorile acumulate pot fi utilizate pentru a analiza severității secetei. SPI este un indice bazat pe probabilitatea precipitațiilor la orice scară de timp ceea ce ne oferă posibilitatea de a efectua o avertizare timpurie în cazul manifestării secetelor cu diferit grad de severitate [53, 55].



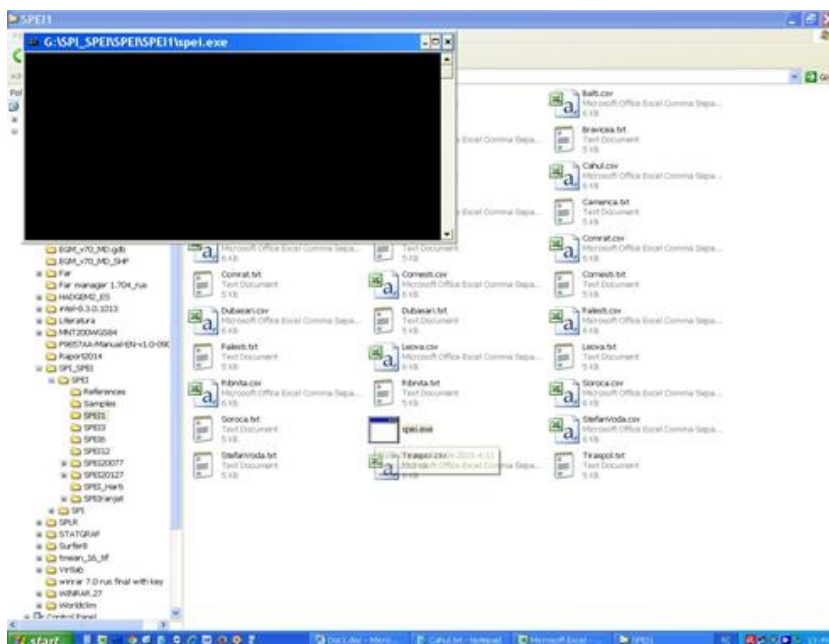
**Fig. 2.3.** Interfața programului SPI cu valorile de intrare și ieșire

Avantajul utilizării acestui indice este că poate fi calculat cu datele de intrare care lipsesc, este bazat doar pe cantitatea precipitațiilor ca neajuns, nu ține cont de regimul termic și evaporatie.

**Tabelul 2.1** Cuantificarea Indicelui Standardizat al Precipitațiilor după McKhee

2,0 și mai mari	Extrem de umed
1,5 - 1,99	Foarte umed
1,0 - 1,49	Umed
-0,99 - 0,99	Aproape normal
-1,0 - -1,49	Uscat
-1,5 - -1,99	Foarte uscat
-2 și mai mici	Extrem de uscat

La fel cum nu există o singură definiție a secetei astfel nu există un singur indice, care ar satisface cerințele tuturor aplicațiilor, de aceea am mai utilizat un alt indice complex de monitorizare a secetei și anume Indicele Standardizat al Precipitațiilor și Evapotranspirației (SPEI) care la fel a fost calculat cu ajutorul programului online (fig. 2.4)



**Fig. 2.4.** Interfața programului SPEI pentru stația Cahul

Drept date de intrare au servit cantitatea de precipitații, latitudinea stației meteorologice și valorile medii ale temperaturii.

Acest indice a fost dezvoltat de Serrano, Begueria și Moreno și se determină în baza datelor privind cantitatea de precipitații și valorile medii ale temperaturii și are capacitatea de a include efectele variabilității temperaturii privind evaluarea secetei.

Pentru teritoriul Republicii Moldova SPEI a fost calculat conform programului propus de Organizația Meteorologică Mondială pentru diferite intervale de timp: o lună, trei luni, șase luni (fig. 2.5).

Este acceptat faptul, că seceta reprezintă un fenomen multi-scalar. McKee și colab. (1993) au ilustrat în mod clar această caracteristică esențială a secetei prin luarea în considerare a resurselor de apă utilizabile, inclusiv umiditatea solului, apei freactice etc. Perioada de timp de la cantitatea apei necesare și disponibilitatea unei resurse utilizabile diferă considerabil. Astfel, scara de timp în care deficitele de apă se acumulează, devine extrem de importantă, și separă funcțional seceta hidrologică, meteorologică și agricolă. Din acest motiv, indicii de secetă trebuie să fie asociați cu un anumit interval de timp pentru a fi utili pentru monitorizarea și gestionarea resurselor de apă. Aceasta explică acceptarea largă a indicilor nominalizați, care sunt comparabili în timp și spațiu și pot fi calculați pentru perioade diferite de timp.

Analiza comparativă a utilității acestor indici constă, spre exemplu, că SPI nu poate identifica rolul de creștere a temperaturii în condițiile unei secete viitoare, și



independent de scenariile încălzirii globale nu poate explica influența variabilității temperaturii și a rolului valurilor de căldură. SPEI poate explica posibilele efecte ale variabilității acesteia în contextul încălzirii globale. Prin urmare, având în vedere cerințele suplimentare minore de date ale SPI comparativ cu SPEI, utilizarea celui din urmă, este acceptat în identificarea, analiza și monitorizarea secetei în orice regiune a lumii [57].

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Briceni	Lunile	SPEI1	SPEI3	SPEI6	SPEI12									
2	1980	1	0,430884	0,000000	0,000000	0,000000									
3	1980	2	-1,084785	0,000000	0,000000	0,000000									
4	1980	3	1,780914	0,803073	0,000000	0,000000									
5	1980	4	1,328335	1,531702	0,000000	0,000000									
6	1980	5	0,062601	1,447859	0,000000	0,000000									
7	1980	6	0,790601	0,971415	1,134560	0,000000									
8	1980	7	0,561399	0,751575	1,258432	0,000000									
9	1980	8	0,593929	0,924349	1,407886	0,000000									
10	1980	9	-0,136297	0,283565	0,816886	0,000000									
11	1980	10	0,948778	0,442619	0,719818	0,000000									
12	1980	11	1,139308	0,566209	0,961753	0,000000									
13	1980	12	1,174423	1,468413	0,977412	1,274466									
14	1981	1	1,136601	1,723052	1,177504	1,436331									
15	1981	2	-0,074015	1,056074	0,999115	1,501848									
16	1981	3	0,701735	0,628911	1,449365	1,369651									
17	1981	4	0,223880	0,341321	1,355976	1,209414									
18	1981	5	1,747705	1,586303	1,682283	1,817241									
19	1981	6	-0,957827	0,552440	0,761345	1,286010									
20	1981	7	1,305708	1,391187	1,409898	1,608393									
21	1981	8	0,100215	0,588026	1,294902	1,625819									
22	1981	9	0,650716	1,399690	1,325162	1,701268									
23	1981	10	0,259082	0,409989	1,302106	1,533237									
24	1981	11	1,540726	0,984601	0,995243	1,504511									
25	1981	12	0,787807	1,166304	1,484144	1,438650									
26	1982	1	-0,820513	1,056674	0,807440	1,375512									
27	1982	2	-0,360089	-0,225242	0,770712	1,331310									
28	1982	3	-0,568878	-0,926980	0,291019	1,250701									
29	1982	4	1,345776	0,385873	0,936806	1,456176									
30	1982	5	-1,177068	-0,441699	-0,428164	0,734896									
31	1982	6	0,398617	0,013430	-0,384543	1,098407									
32	1982	7	0,382365	-0,221403	-0,084161	0,433110									
33	1982	8	-0,143204	0,095050	-0,119827	0,327099									

**Fig.2.5.** Baza de date SPEI pentru teritoriul Republicii Moldova

Menționăm, că SPEI este foarte simplu de calculat, și se bazează pe procedura inițială de calcul a SPI cu diferența că, în determinarea SPI se folosește doar informația privind cantitatea de precipitații, iar SPEI utilizează diferența lunară (sau săptămânală) între precipitații și evaporația potențială. Aceasta reprezintă un echilibru simplu de apă climatic care se calculează la diferite scări de timp. Pentru a determina valoarea evaporației potențiale putem utiliza un șir întreg de formule, de exemplu, ecuația Penman-Monteith, ecuația Hargreaves, etc., pe când SPEI nu este legată de nici una din ele. În versiunea originală a SPEI s-a utilizat ecuația Thornthwaite [10], care a fost aplicată pentru a obține baza de date mondială privind SPEI (fig. 2.6).

$$ETP=1,6*\left(\frac{10t}{I}\right)^a \quad (2.2)$$

unde: t –temperatura medie lunară, I suma celor 12 indici lunari (i) rezultați din:

$$i = \left(\frac{t}{5}\right)^{1,5414} \quad (2.3)$$

$$a=6,75*10^{-7}I^3-7,71*10^{-5}I^2+1,79*10^{-2}I+0,49, \quad (2.4)$$



**Fig. 2.6.** Interfața bazei de date privind seceta în Europa

Valoarea evapotranspirației potențiale se corectează în funcție de latitudine, prin înmulțirea cu un factor de corecție.

Reieșind din faptul, că regimul precipitațiilor este strâns legat de mersul temperaturii considerăm oportun utilizarea mai multor indici care țin con de acest fapt. Printre aceștia se numără și indicele zilelor uscate (Izu), (zile când valoarea temperaturii depășește 25°C) elaborat în cadrul laboratorului de Climatologie și Riscuri de Mediu al Institutului de Ecologie și Geografie AȘM [28, 30]:

$$Izu = \frac{\sum zu(v-v_{III})}{X \sum zu(v-v_{III})} \quad (2.5)$$

unde: Izu - suma zilelor uscate înregistrate în perioada (mai-august) când are loc creșterea și dezvoltarea intensivă a culturilor agricole,  $Xzu$  -media multianuală a acestora.

**Tabelul 2.2** Calificativele Indicelui perioadelor uscate (Izu) după M. Nedealcov

Valorile Izu	Calificativele Izu
0,1-1,0	perioadă normală
1,1-2,0	perioadă uscată moderată
2,1-3,0	perioadă uscată semnificativă
3,1-4,0	perioadă uscată periculoasă
>4,1	perioadă uscată excepțională

Calificativele acestui indice permit evidențierea gradului de ariditate a perioadelor cu zile uscate, prin creșterea valorilor sale. Astfel în cazul valorilor  $Izu > 2,1$  suma zilelor uscate întrece dublu media multianuală ale acestora, instalându-se o perioadă uscată semnificativă.

Ca și în cazul estimării impactului aridității asupra productivității grâului de toamnă prin intermediul acestui indice [32] Izu reflectă adecvat condițiile de ariditate cu impact și asupra productivității florii-soarelui.

Un indice reprezentativ în estimarea resurselor de umiditate este și indicele umidității (K) elaborat de Melnic Iu [125], care este exprimat prin:

$$K = \frac{0,6 * \Sigma r_1 + \Sigma r_2}{\Sigma t : 10} \quad (2.6)$$

unde:  $\Sigma r_1$  - suma precipitațiilor din perioada de până la semănat,  $\Sigma r_2$  - suma precipitațiilor din perioada de vegetație,  $\Sigma t$  - suma temperaturilor peste  $10^0$  C.

Menționăm că acest indice poate fi utilizat doar în regiunile unde suma temperaturilor mai mari de  $10^0$ C este egală sau mai mare cu  $2400^0$ .

Nu mai puțin important este și cunoașterea resurselor termice, după cum am menționat anterior, deoarece acestea în unii ani luați aparte sunt extrem de importante în procesul de formare a productivității florii-soarelui. Cu atât mai mult că, în ultimii ani, se constată atât un deficit cât și un surplus de căldură. Această dependență poate fi exprimată prin formula [39]:

$$y = \frac{n * T_4 + n * T_4 + \dots + n * T_9}{\Sigma n} \quad (2.7)$$

unde:  $n$  – numărul de zile ale lunii sau zile în care are loc procesul de creștere a florii soarelui.

Variabilitatea climatică a recoltei culturii de floarea-soarelui a fost calculată conform celei mai simplificate formule care relevă coraportul dintre coeficientul de variație și recolta medie în anumiți ani concreți :

$$Cm = \frac{\sigma}{y} \quad (2.8)$$

unde:  $Cm$  – coeficientul de variație (componenta climatică)  $\sigma$  – devierea medie standard a recoltei  $y$  – valoarea medie a recoltei de facto.

Cele relatate mai sus demonstrează încă odată interacțiunea și interdependența strâns legată dintre procesul productiv a culturii de floarea soarelui cu factorii climatici. În acest context, doar o abordare sistemică poate explica această interdependență. De aceea, pe lângă metodele tradiționale cunoscute în climatologia clasică, a softurilor contemporane de estimare spațio-temporală a parametrilor agroclimatici, a fost necesară luarea în calcul a unor indici complecși, cu scopul obținerii unor concluzii adecvate privind impactul resurselor climatice asupra productivității florii soarelui. S-a considerat că în anii cu anomalie pozitivă a productivității nici unul din factorii agrometeorologici nu au influențat esențial asupra acesteia (ani favorabili), și invers, în anii cu anomalie negativă valoarea productivității era determinată de manifestarea în exces sau de lipsă a unora dintre factorii agrometeorologici (ani nefavorabili).

După cum s-a menționat anterior prelucrarea șirurilor numerice a fost efectuată utilizând softurile specializate care au fost elaborate cu scopul de a facilita calculul statistic, reprezentarea grafică și modelarea cartografică. De exemplu programul Statgraphics Centurion XV este conceput ca instrument indispensabil în procesul descrierii și investigării valorilor cantitative prin metoda statistică.

Utilizând programele Surfer și ArcGis, au fost modelate hărți ale repartiției spațiale a parametrilor luați în studiu cât și interpolarea lor în timp. Ambele programe sunt concepute ca (Sistem Informațional Geografic, SIG) adică - un sistem de colectare, depozitare, analiză și vizualizare grafică a spațiului de date cât și obținerea informațiilor conexe privind facilitățile necesare.

### **3. PARTICULARITĂȚILE DEZVOLTĂRII FLORII-SOARELUI ÎN CONDIȚIILE CLIMEI ACTUALE.**

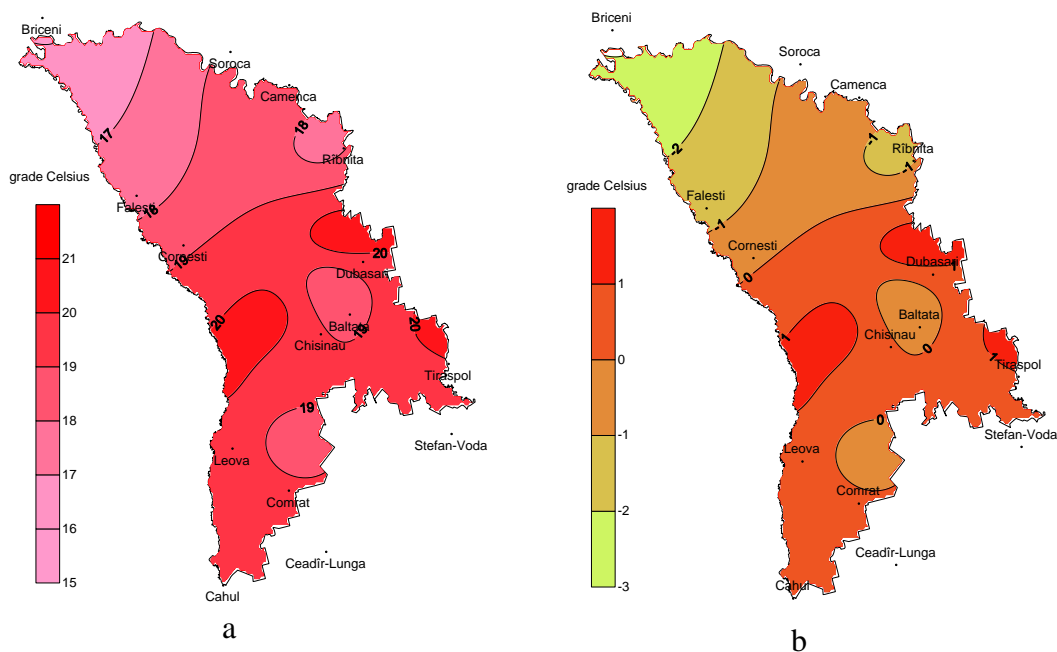
Deși floarea soarelui este o plantă cu plasticitate ecologică mare în ceea ce privește cerințele față de climă și sol și s-a adaptat în condiții geografice diferite, tendințele climei regionale condiționează reevaluarea posibilităților actuale și viitoare de cultivare a acestei culturi într-un ritm accelerat al schimbărilor climatice, cum este cel înregistrat pe teritoriul Republicii Moldova. Cu atât mai mult că această cultură este deosebit de importantă pentru agricultura țării noastre.

Cu toate că, floarea-soarelui pe parcursul cultivării s-a format ca o planta tipică de stepă și silvostepă iubitoare de lumină, adaptată să suporte insuficiența apei în sol și vânturile uscate însoțite de temperaturile înalte, cercetările din ultimii ani demonstrează, că acestea pot compromite substanțial randamentul acesteia. De aceea considerăm oportună reevaluarea resurselor termice și de umiditate în contextul creșterii și dezvoltării florii soarelui în limitele Republicii Moldova.

#### **3.1 Influența regimului termic în fazele de dezvoltare.**

Toate procesele biologice, inclusiv data de manifestare a fazelor de vegetație, încep la o temperatură minimă, se pot desfășura până la o temperatură maximă și au o temperatură optimă de dezvoltare situată între cele două limite. În cazul când limitele optimului biologic sânt depășite, factorii de vegetație devin restrictivi pentru procesele de creștere și dezvoltare, determinând ca plantele să fructifice sub potențialul lor biologic. În literatura de specialitate [46, 111, 126, 135], se menționează că pentru întreaga perioadă de vegetație este necesar ca să fie atins optimul termic ce caracterizează valoarea medie a temperaturii de 19°C.

Astfel, în aspect spațial, distribuția temperaturii medii calculată în perioada de vegetație activă a florii soarelui în perioada anilor 1980-2020 (fig. 3.1 a) constituie 18,8°C, ceea ce este cu 0,7°C mai mult față de perioada anilor 1960-1980. În același timp constatăm, că în partea de sud și sud-est acest optim este depășit cu 0.8°C, în timp ce în extremitatea de nord-vest temperatura este cu 1,7°C sub pragul optimului termic (fig. 3.1 b). Fără îndoială, că o asemenea variabilitate semnificativă a regimului termic în mod diferențiat va asigura cu căldură creșterea și dezvoltarea florii-soarelui pe teritoriul Republicii Moldova [119, 120].



**Fig. 3.1.** Repartiția spațială a temperaturii medii (a) și a anomaliilor (b) termice (deficit-surplus termic) din perioada de vegetație a culturii de floarea-soarelui (a.1980-2020)

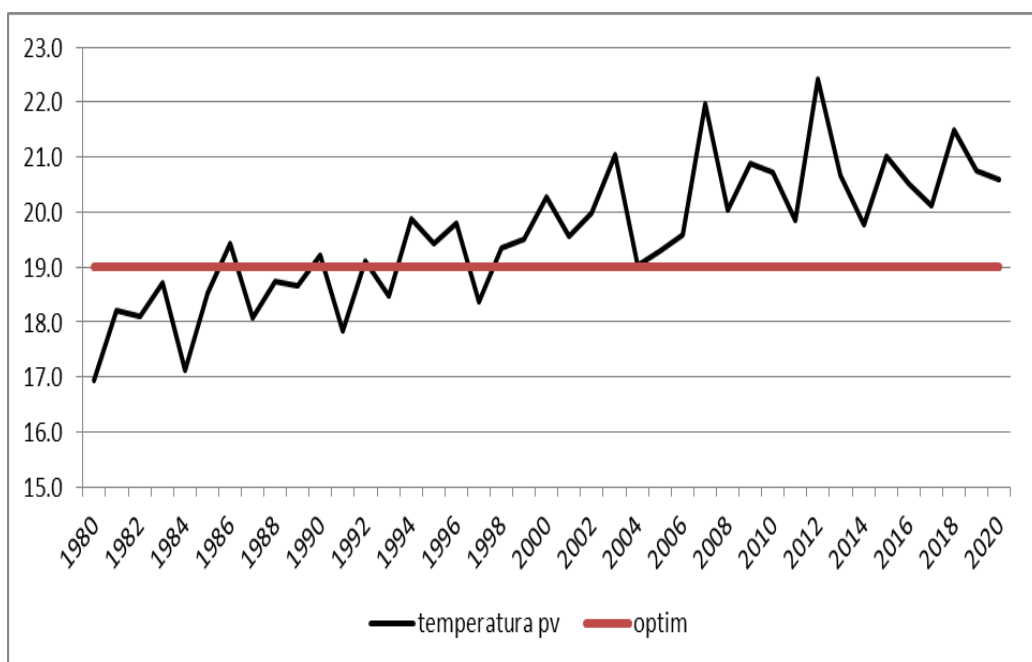
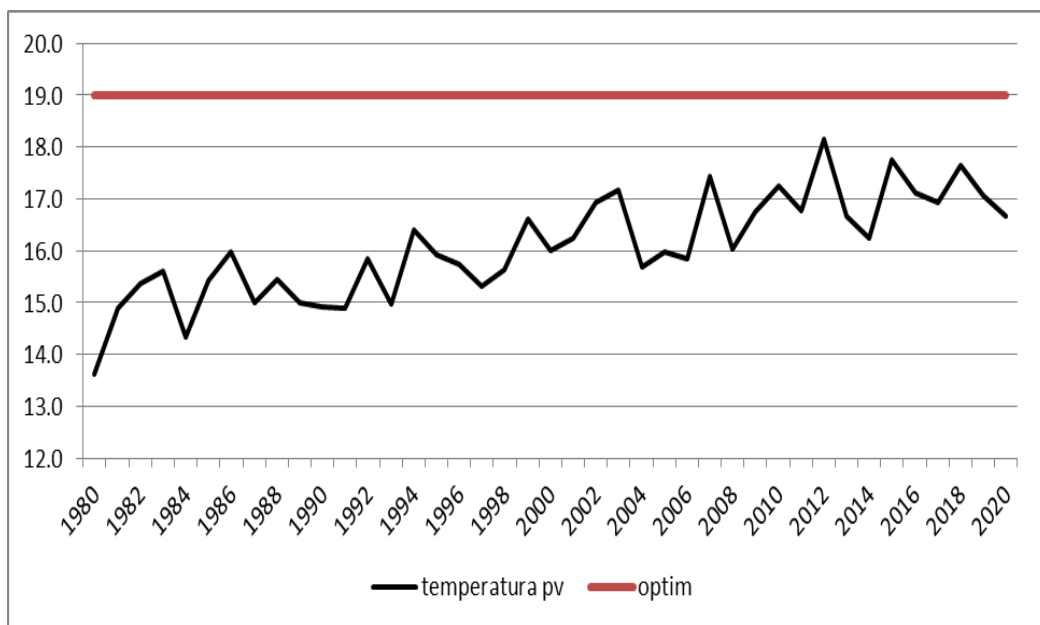
Analiza comparativă a valorii insuficienței și dimpotrivă a surplusului de căldură peste optimul termic și aportul acestora în formarea valorii recoltei indică, că impactul surplusului termic influențează negativ asupra recoltei și în cazul celor mai mari abateri (anul 2007), când recolta a fost cea mai scăzută în seria observațiilor utilizate (tab.3.1). Trebuie să luăm în considerație că regimul termic înalt, în cele mai dese cazuri, este însoțit de insuficiența regimului de umiditate, de aceea, în lucrarea de față, rolul acestui factor va fi analizat separat.

**Tabelul 3.1** Topul anilor cu cele mai semnificative anomalii termice față de optimul termic (19°C) a perioadei de vegetație a florii-soarelui

Anul	anomalie negativă	Recolta	Anul	anomalie pozitivă	Recolta
1980	-2.4	14,8	2000	0.0	13,0
1984	-2.2	20,7	2014	0.1	20,5
1991	-1.5	13,4	2011	0.1	15,7
1982	-1.4	17,3	1994	0.1	14,0
1993	-1.4	15,4	1999	0.3	13,2
1981	-1.3	15,9	2017	0.4	21,8

1997	-1.2	10,1	2002	0.4	12,4
1989	-1.1	21,8	2009	0.6	12,8
1985	-1.1	18,1	2013	0.6	20,5
1990	-1.0	18,8	2016	0.6	19,8
2004	-1.0	12,5	2020	0.7	13,1
1987	-1.0	16,6	2003	0.7	11,1
1988	-0.9	21,2	2010	0.9	15,4
1983	-0.7	18,7	2019	1.0	22,9
1992	-0.6	15,0	2015	1.3	15,5
2005	-0.5	12,1	2018	1.6	22,3
1995	-0.5	14,2	2007	1.8	6,9
2006	-0.5	13,3	2012	2.6	10,3
1998	-0.4	9,8			
2001	-0.2	12,2			
2008	-0.2	16,9			
1986	-0.2	19,6			
1996	-0.1	14,0			

De aceea, este necesară evidențierea particularităților regionale de manifestare a temperaturii medii în perioada de vegetație a florii soarelui în aspect evolutiv. Astfel analiza temporală a acestui parametru (fig.3.2) indică, că în ultima decadă optimul termic în partea de nord a republicii (fig. 3.2 a) nu a fost atins în 8 cazuri (72%) (2000, 2001, 2004, 2005, 2006, 2008, 2009), în timp ce în partea de sud (fig. 3.2 b), astfel de tendință nu se manifestă.



**Fig. 3.2.** Analiza temporală a temperaturii din perioada de vegetație a florii-soarelui (a – Briceni; b - Cahul)

Această concluzie este extrem de importantă în reglementarea semănatului florii-soarelui, ținând cont de procesul de încălzire a climei regionale.

În estimarea impactului regimului termic, care la ora actuală înregistrează anumite oscilații față de media multianuală [21, 138] asupra creșterii și dezvoltării



florii-soarelui, s-a ținut cont de evidențierea particularităților regionale de manifestare a fazelor de dezvoltare în ultimii 40 ani.

Este cunoscut faptul că ritmul de germinare și răsărire a plantelor depinde, în condițiile de câmp, în special de temperatură, umiditate și gradul de aerăție a patului germinativ, fertilitatea solului neavând practic nici o influență pentru aceste procese. În majoritatea cazurilor, pe terenurile agricole, aerul găsimu-se în cantități suficiente, nu frânează ritmul de germinare și răsărire, însă temperatura și umiditatea prezentând oscilații mai puternice, grăbesc sau frânează acest ritm. Semințele germinează la temperaturi de 4°—5°C, însă creșterea rădăcinilor este lentă, iar la o temperatură de 8-10°C această viteză se mărește. În asemenea condiții plantulele apar la 27-29 zile, pe când creșterea temperaturii la 12-13°C favorizează apariția plantulelor la 13-14 zile și la 8-10 zile când temperatura este de 15-20°C. Plantele tinere pot suporta temperaturi de -6...-8°C (dacă înghețurile sânt de scurtă durată). Temperatura optimă de germinare este cuprinsă între 15°-22°C [139, 140, 142, 151]. Pentru teritoriul Republicii Moldova acest prag termic de obicei este asigurat în 100% cazuri.

Astfel, în anii normali din punct de vedere climatic, de regulă perioada optimă de semănat este cuprinsă între 25 martie și 15-20 aprilie. De ex. anul 2008, an optim pentru cultura de floarea-soarelui din punct de vedere agroclimatic și din evaluările efectuate de Serviciul Hidrometeorologic de Stat (<https://meteo.md/>) s-a caracterizat prin, cităm:

Pe decursul lunii aprilie s-a început semănatul florii soarelui, izolat la semănăturile timpurii s-a semnalat răsărirea. În luna mai la floarea soarelui s-a semnalat faza de formare a perechii a doua de frunze adevărate.

Către sfârșitul lunii mai rezervele de umezeală productivă în stratul arabil al solului pe terenurile cu floarea soarelui au constituit, în fond, 25-40 mm (75-120 % din normă), izolat – 15-20 mm (60-70 % din normă), în stratul de sol cu grosimea de un metru, în fond, – 95-175 mm (80-115 % din normă).

La începutul lunii iunie s-a semnalat faza formării perechei a doua de frunze adevărate, în a doua jumătate a lunii, în termeni aproape de cei obișnuiți, a început faza formării inflorescențelor (calatidiului). La situația din 28 iunie a.c., rezervele de umezeală productivă în stratul de sol cu grosimea 0,5 m pe terenurile cu floarea soarelui au constituit, în fond, 30-55 mm (45-85 % din normă), izolat – 60-65 mm (115-150% din normă), în stratul de sol cu grosimea de un metru – 80-135 mm (90-130 % din normă), izolat în raioanele de nord și centrale ale republicii – 40-60 mm (40-55 % din normă).

Pe parcursul lunii iulie s-a semnalat înflorirea. La situația din 28 iulie a.c., rezervele de umezeală productivă în stratul de sol cu grosimea de un metru pe terenurile cu floarea soarelui pe o mare parte a teritoriului republicii au constituit, în

fond, 75-195 mm (70-240% din normă), în unele raioane din sudul republicii – 35-55 mm (30-50 % din normă).

La începutul lunii august la floarea soarelui s-a finisat înflorirea, în decursul lunii s-a semnalat coacerea semințelor. Către sfârșitul lunii, izolat în teritoriu floarea soarelui a atins maturitatea deplină a semințelor. Rezervele de umezeală productivă în stratul de sol cu grosimea de un metru pe terenurile cu floarea soarelui în jumătatea de nord a republicii au constituit, în fond, 55-155 mm (70-150% din normă), iar în jumătatea de sud în fond – 20-35 mm (35-60 % din normă), izolat – 5-15 mm (5-25 % din normă).

Semănatul prea timpuriu (anul 2016), ca și cel întârziat (anul 1997), în afara epocii optime, determină scăderi de producție însemnate.

La semănatul prea devreme, multe semințe pier prin mucegăire în sol, perioada semănat-apariția plantulelor se prelungește, plantele devin sensibile la boli, iar producția de semințe și procentul de ulei se diminuează.

Prin întârzierea semănatului, plantele răsar neuniform datorită reducerii umidității din sol, iar faza de înflorire va coincide cu perioada de secetă din a doua jumătate a lunii iulie, cu consecințe negative asupra producției de semințe și de ulei.

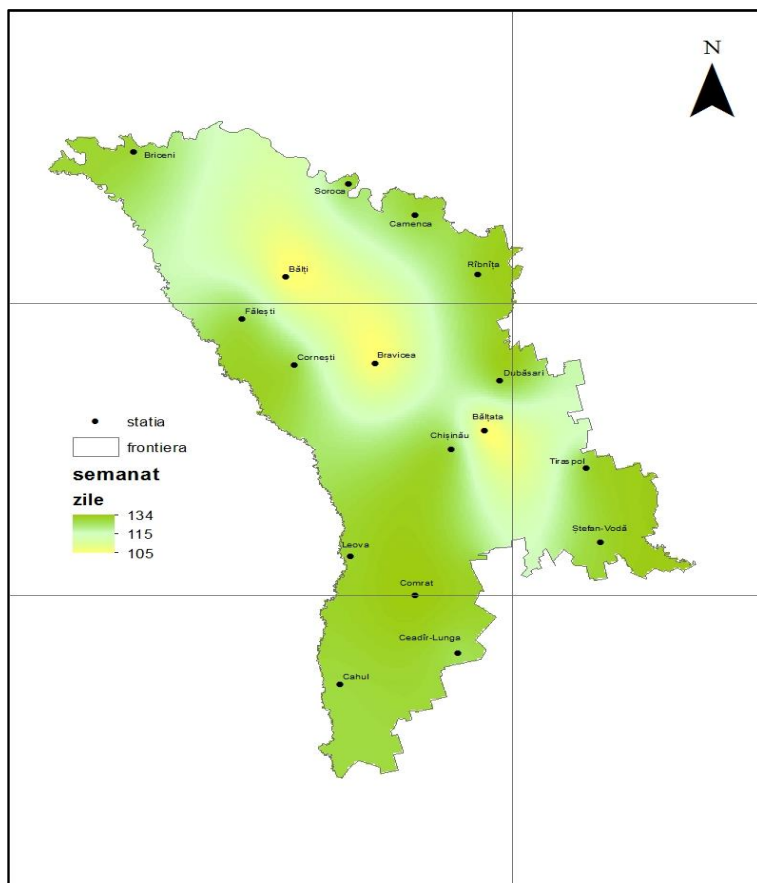
Analiza tendinței de modificare a datei semănatului, a datei apariției plantulelor și apariției celei de a doua perechi de frunze adevărate indică, că pe teritoriul țării se observă o tendință de întârziere, determinată în mare măsură de semănatul târziu, dependent la rândul său, de specificul căderii precipitațiilor atmosferice din această perioadă (tab.3.2).

**Tabelul 3.2.** Tendințe de modificare a fazelor fenologice la floarea soarelui (1961-2010) pe teritoriul Republicii Moldova

Nr.	Fazele de dezvoltare	Tendințe de modificare (trendul linear) în partea de nord (Soroca)	Tendințe de modificare (trendul linear) în partea de sud (Cahul)
1.	Semănat	$y = 0,0964x + 111,4$	$y = 0,0779x + 113,75$
2.	Apariția plantulelor	$y = 0,1271x + 129,54$	$y = 0,1157x + 127,4$
3.	Apariția celei de-a doua perechi de frunze adevărate	$y = 0,0104x + 137,94$	$y = 0,2697x + 133,55$
4.	Formarea capitoulului	$y = -0,2296x + 175,28$	$y = 0,0228x + 171,1$
5.	Înfloritul	$y = 0,11095x + 195,18$	$y = 0,04x + 192,72$
7.	Coacerea deplină	$y = -0,562x + 252,07$	$y = -0,0983x + 230,81$

Astfel, atât în partea de nord cât și de sud semănatul florii soarelui se petrece cu 4 zile mai târziu față de perioada anilor 1960-1980.

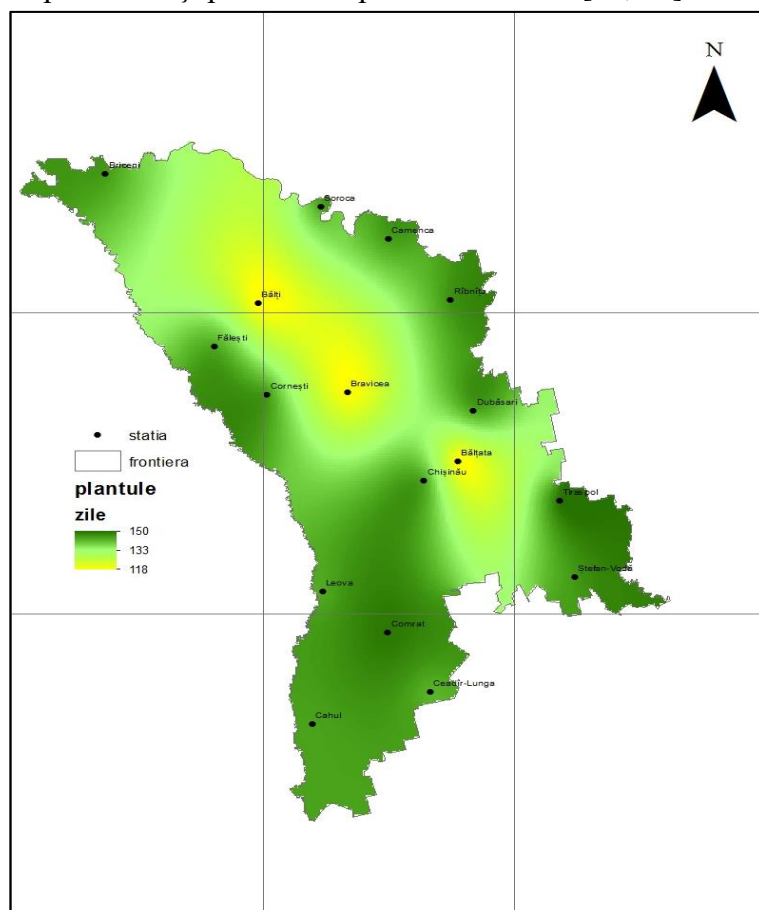
Modelarea cartografică a datei privind perioada semănatului, relevă, că în aspect spațial în partea de nord a țării semănatul are loc pe data de 25 aprilie, iar în partea centrală și de sud aceasta se petrece la 23-24 aprilie (fig. 3.3).



**Fig. 3.3.** Data medie la care are loc semnatul culturii de floarea-soarelui in aspect teritorial

Astfel, în perioada de 7-20 zile (sau mai frecvent 10-15 zile), în funcție de temperatură și umiditatea solului, care urmează după data semănatului se caracterizează prin declanșarea procesului de germinație, începe mai întâi să crească radica, apoi tigela și cotiledoanele, după care începe să crească și plumula. Radicula străpunge pericarpul la nivelul cicatricei care reprezintă zona de prindere a seminței de receptacul. Tigela se alungește și antrenează cotiledoanele, aceasta devenind un ax denumit hipocotil. Prin creșterea hipocotilului, cotiledoanele sunt deplasate către suprafața solului (germinație epigea), pentru o perioadă fiind acoperite de pericarpul achenei. Apariția cotiledoanelor la suprafața solului marchează faza de apariție a

plantulelor (fig. 3.5) care în aspect în aspect spațial diferă cu 5 zile, în partea de nord-est înregistrându-se pe 12 mai și pe 7 mai în partea de sud-est [45, 46].



**Fig. 3.4.** Repartiția spațială a datei la care se înregistrează apariția plantulelor

Caracteristic perioadei apariția plantulelor – formarea colotidiului este diferențierea conului de creștere, formarea organelor de reproducție și sporirea cerințelor față de intensitatea luminii. Valoarea medie a temperaturii din această perioadă este de 13,8°C față de necesarul termic de 11-13°C. Această etapă se conturează odată cu răsărirea totală a plantulelor (fig. 3.6), care pe teritoriul republicii are loc cu 6 zile mai târziu în partea de nord și cu 4 zile în partea de sud.

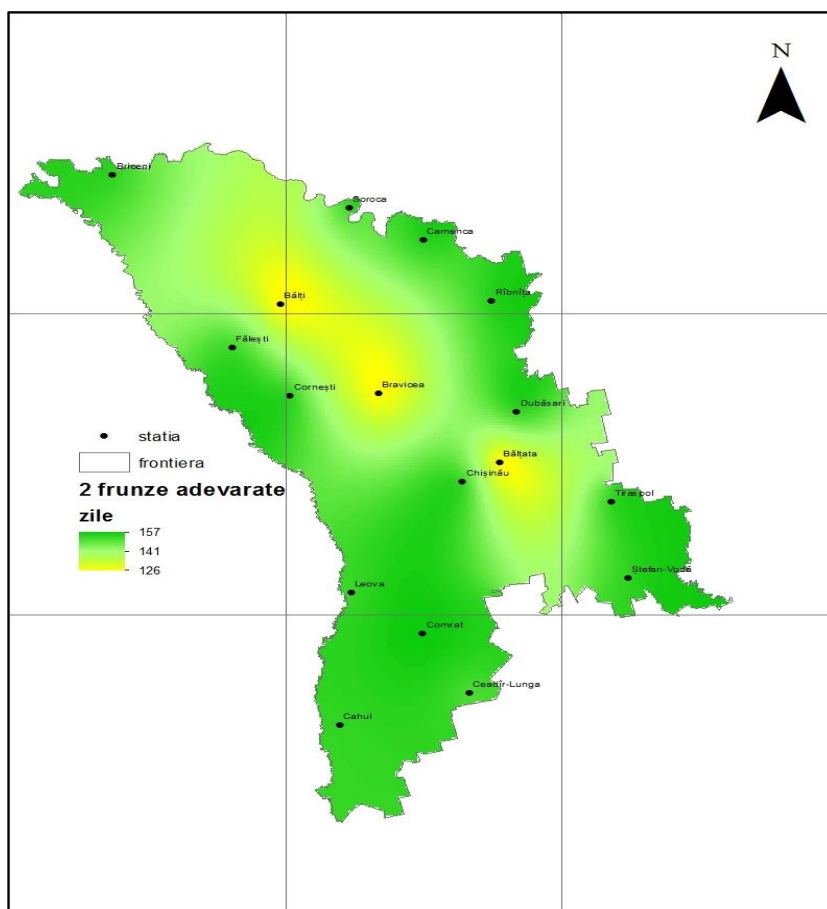
Convențional această perioadă poate fi împărțită în două subperioade: a) - formarea sistemului foliar; b) - formarea colotidiului.

Începutul primei subperioade se consideră la apariția cotiledonelor, a căror apariție la suprafața solului marchează răsărirea plantelor de floarea-soarelui (faza de apariție a plantulelor) și se finisează odată cu apariția celor de a 4 și a 5 frunzulițe adevărate (20-26 zile). Tot în acest moment se stabilește și subperioada de formare a sistemului foliar -“frunze cotiledonale”. Acestea variază ca mărime, având lungimea

de cca. 3 cm și lățimea de cca. 2 cm. Forma cotiledoanelor poate fi eliptică, ovală, alungită sau rotunjită. Cotiledoanele au o poziție aproape orizontală în decursul zilei, iar în timpul nopții devin oblice. În mod obișnuit, numărul de frunze pe plantă este cuprins între 25 și 35, în funcție de hibrid și condițiile de mediu (în special lungimea zilei) din perioada de inițiere a primordiilor foliare. Hibrizii mai timpurii formează un număr mai mic de frunze pe plantă(25-27 frunze), în timp ce hibrizii mai târzi formează un număr mai mare de frunze pe plantă(peste 30 frunze). Frunzele de floarea-soarelui suportă bine fenomenul de ofilire temporară, care este determinat de insuficiența apei în sol.

Prima pereche de frunze adevărate se formează nu înainte de ziua a 4-5a. La o valoare ridicată a temperaturii și o umiditate scăzută de 28-32%, în faza de formare a sistemului foliar alte perechi de frunze apar peste 2-3 zile. Formarea sistemului foliar se încetinește odată cu începutul formării colotidiului [46].

Formarea celei de a doua perechi de frunze adevărate (fig. 3.5), care se suprapune cu perioada de formare a conului de creștere pe teritoriul Republicii Moldova, are loc după 9 zile de la apariția plantulelor și corespunde cu data de 19 mai pentru o bună parte din teritoriul republicii (cu excepția extremității de sud-est a țării, când acestea apar pe 17 mai)



**Fig. 3.5.** Data la care apare a doua pereche de frunze adevărate

Tendința generală de manifestare a acestei perioade se caracterizează printr-o întârziere de o zi pentru partea de nord a republicii și de 10 zile în partea de sud comparativ cu datele multianuale.

Procesul de formare a florilor începe la a 4<sup>-a</sup> -5<sup>-a</sup> pereche de frunze adevărate. La o creștere ulterioară, formarea colotidiului se petrece cu ritmuri mai accelerate, care către a 10<sup>-a</sup> pereche de frunze adevărate deja se finisează. În cazul când se manifestă un fenomen de secetă acest proces se finisează la a 7-8<sup>-a</sup> pereche de frunze.

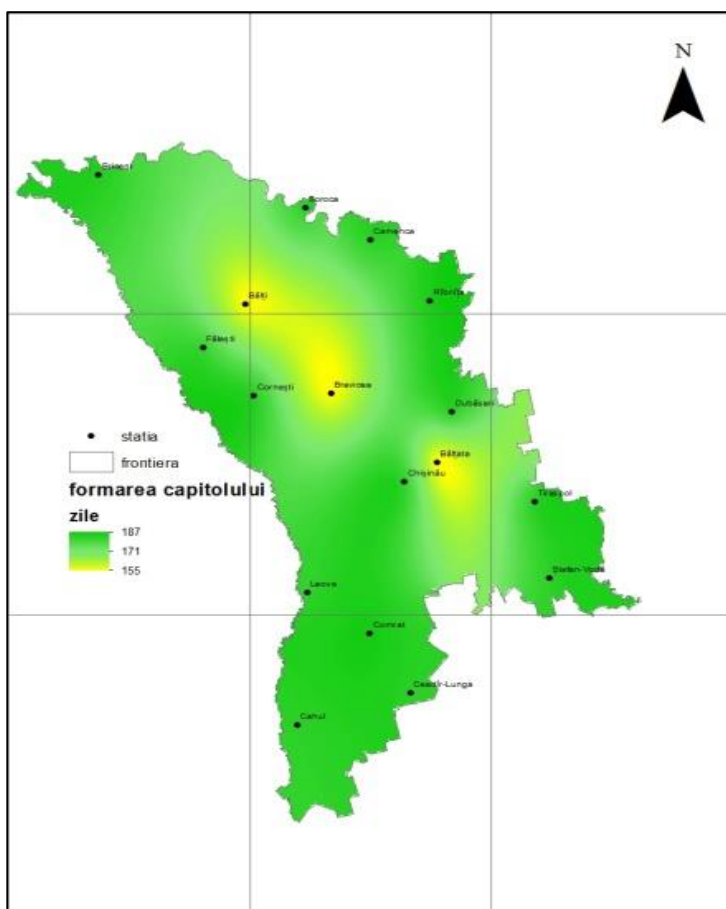
Așadar, determinante pentru această perioadă sunt temperatura medie a aerului și solului și umiditatea relativă a aerului.

Între formarea celei de a 10<sup>-a</sup> și a 16<sup>-a</sup> frunze are loc diferențierea primordiilor florale. Planta este pretențioasă fata de apă, elemente nutritive și lumină, mai ales între 21 și 33 zile de la răsărire (influențează numărul de flori în colotidiu).

Această perioadă, cuprinde fazele de creștere activă și înflorire. La a 6-8<sup>a</sup> pereche de frunze creșterea în înălțime a culturii se produce cu ritmuri mai sporite. Pe parcursul a 20-24 zile de la formarea colotidiului creșterea și dezvoltarea organelor se produce mai repede. Gradul de asigurare cu resurse termice, este puțin sub minimul necesar, cel de 20-21°C, adică cu -2°C. Dezvoltarea plantelor în această perioadă depinde de rezervele de umiditate și rezervele de substanțe nutritive.

Pe teritoriul Republicii Moldova în prezent, determinată de schimbarea climei regionale, tendința generală a datei la care se atestă formarea colotidiului este diferită și anume: în partea de nord a țării se înregistrează o tendință de „grăbire” cu 11 zile, iar în partea de sud o întârziere cu o zi. Aceste diferențieri sunt explicate în mare măsură de fondul termic favorabil pe întreg teritoriul, dar și de favorabilitatea condițiilor de umiditate din partea de nord și insuficiența acestora din partea sudică a țării.

Deși în aspect spațial (fig. 3.6) formarea colotidiului în partea de nord și nord-est se înregistrează pe data de 21 iunie și pe 16 iunie în partea de sud-est, menționăm, că potrivit valorilor multianuale această fază a fost "permutată" esențial în timp: și anume, din luna august în iunie (2-3 august la nord și 16-17 iunie la sud).



**Fig. 3.6.** Data la care se manifestă formarea colotidiului

În perioada de creștere activă, o influență deosebită o are cantitatea de precipitații căzute. Paralel cu acestea nu trebuie subestimat rolul temperaturii medii diurne și a umidității relative a aerului. În acest context, menționăm utilitatea Indicelui perioadelor uscate, care după părerea noastră permite de a evidenția relațiile adecvate dintre acești parametri climatici și rolul sau impactul lor asupra creșterii și dezvoltării florii-soarelui.

În așa mod, în faza de creștere intensă, în dependență de condițiile climatice se formează organele vegetative și se diferențiază nivelul de rezistență față de secetă și fenomenele atmosferice de risc din fazele următoare.

Formarea, umplerea și coacerea semințelor are loc în decursul a 45-50 zile ce urmează înfloririi. Convențional, această perioadă se poate diviza în două subperioade: c) - formarea semințelor și acumularea conținutului de ulei; d) - umplerea semințelor și definitivarea greutateii (mărimii) lor. Pentru prima subperioadă valorile ridicate ale temperaturii aerului și cele scăzute ale umidității relative ale aerului determină sporirea numărului de semințe seci (23-38%).



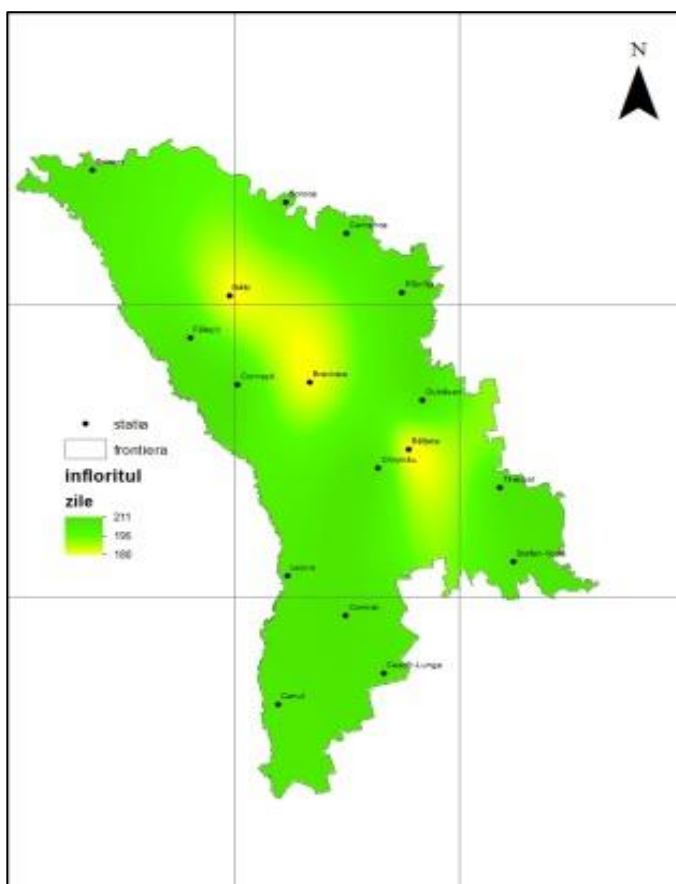
Aceleași condiții în a doua subperioadă determină formarea semințelor cu greutate mică. Condiții ideale: umiditate în sol și atmosferă, temperaturi moderate (22-24°C). Continuă creșterea intensă a frunzelor, tulpinile se alungesc ușor. Se influențează numărul de flori fertile, respectiv numărul de fructe în colotidiu.

Ritmul cel mai intens de creștere a înălțimii plantei și a suprafeței foliare în perioada de creștere activă este influențat de temperatură optimul termic 20°C asigurate de facto cu 20,3°C și de gradul de aprovizionare cu apă și elemente nutritive. Pentru o coacere deplină la termeni optimi este nevoie de un regim termic caracterizat prin valori de 16-18°C asigurate de facto cu 20,8°C.

În valorile medii zilnice, temperaturile cele mai favorabile sânt cuprinse între 16°—20°C până la înflorire și 20°—24°C de la înflorire la coacere. Regimul termic care depășește valorile 27°C influențează negativ asupra plantelor și compromite esențial productivitatea.

Conturarea ultimelor faze de dezvoltare pentru floarea-soarelui are loc odată cu stabilirea fazei de înflorire totală și se încheie cu faza de coacere deplină. Astfel în aspect multianual data la care se înregistrează faza de înflorire în masă are o tendință de întârziere cu 6 zile în partea de nord a țării și rămâne neschimbată în partea de sud a țării.

În aspect temporal acestora le corespund data de 19 iulie în partea de nord și 11 iulie în partea de sud-est privind înfloritul în masă (fig. 3.7).



**Fig. 3.7.** Data la care se manifestă înflorirea în masă a culturii de floarea-soarelui

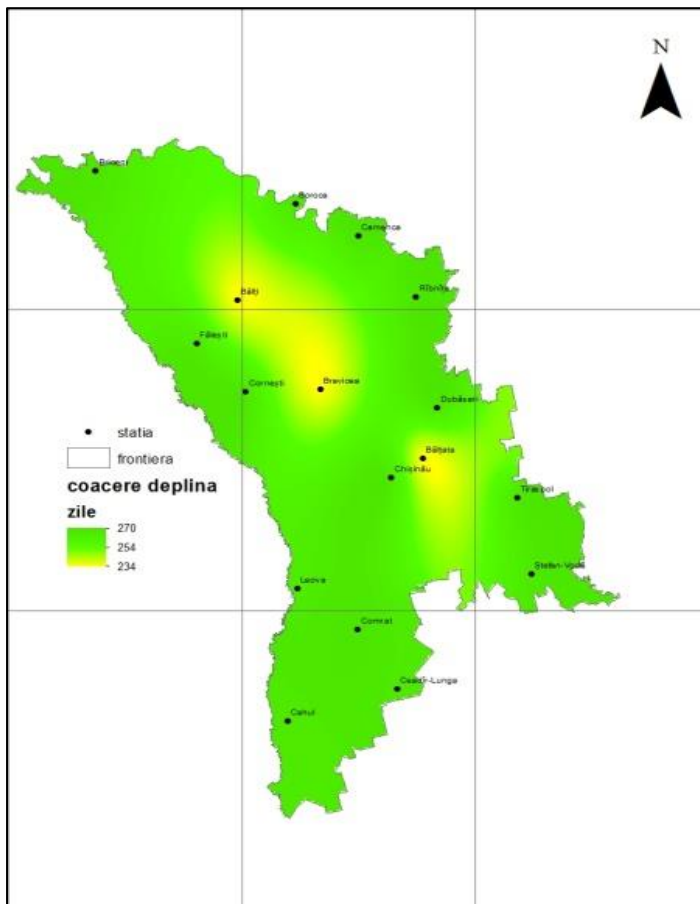
Înflorirea este precedată de deschiderea involucrii de frunze al calatidiului, după care apare primul rând de flori ligulate, proces care de obicei se petrece seara.

Înflorirea este centripetă, începând cu florile marginale, ligulate și continuând în interiorul calatidiului cu florile tubuloase, care înfloresc în 6-8 zone succesive, a câte 2-3 rânduri de flori. O floare tubuloasă are un ciclu vital de 24-36 ore, când polenul este pus în libertate, cu însemnate variații determinate de condițiile climatice, aprovizionarea cu apă și substanțe nutritive, precum și de genotip. Înflorirea tuturor calatidiilor din cultură se realizează într-o perioadă cuprinsă între 11 și 20 de zile, iar întregul proces de înflorire la nivelul culturii se desfășoară într-o perioadă cuprinsă între 12 și 30 de zile, cel mai frecvent între 15 și 21 de zile.

În perioadele calde și însorite, înflorirea se realizează mai devreme și într-o perioadă de timp mai scurtă, iar pe timp rece și noros înflorirea se realizează mai târziu și prezintă un ritm mai lent, durând mai multe zile [26, 45, 46].

Perioada de vegetație activă la cultura de floarea-soarelui se încheie cu coacerea deplină a achenelor, care, pe teritoriul republicii are loc cu o tendință

generală de înaintare (grăbire) în timp pentru toate zonele. Coacerea deplină a achenelor în partea de nord a republicii are loc cu 28 zile mai devreme și tot mai devreme cu 4 zile în partea de sud a republicii (fig. 3.8).



**Fig. 3.8.** Tendința de modificare perioadei de coacere totală la floarea – soarelui

În concluzie, menționăm că, pentru teritoriul Republicii Moldova, la ora actuală durata întregii perioade de vegetație activă la cultura de floarea-soarelui s-a micșorat cu aproximativ 14 zile față de valorile indicate în [66], fapt determinat, după părerea noastră, de ritmul accelerat al schimbării climatei regionale, cu precădere, din ultimele două decenii, astfel limita de oscilație variază între 114 zile sm Leova și 145 zile sm Briceni.

### 3.2 Regimul de umiditate în perioada creșterii și dezvoltării florii-soarelui.

Precipitațiile sunt un factor de bază care asigură acumularea rezervelor de apă în sol, fiind și o sursă principală de aprovizionare cu apă a plantelor.

Agricultura este semnificativ influențată de particularitățile de manifestare a fenomenelor meteorologice, iar impactul acestora se cuantifică prin capacitatea de a asigura condiții optime de vegetație sau dimpotrivă de a condiționa efecte nefavorabile. În ambele cazuri, acestea au un impact direct asupra valorii productivității culturii de floarea-soarelui.

Reieșind din aceasta, estimarea cantitativă și calitativă a resurselor de umiditate au o importanță științifică și practică majoră, ținând cont de particularitățile specifice ale climei actuale.

Deși, se consideră că spre deosebire de alte culturi agricole, floarea-soarelui are o plasticitate mult mai mare către factorii meteorologici de formare a recoltei, specificul manifestării în timp și spațiu a resurselor de umiditate indică că acestea se caracterizează printr-o variabilitate semnificativă, cu precădere în ultimii ani.

După cum s-a menționat anterior, plasticitatea înaltă față de resursele de umiditate, a determinat studiile privind cerințele către apă a culturii supuse studiului. Așadar, coeficientul de transpirație în dependență de soi conform oscilează în limitele 209 – 705 [130, 136, 140, 146, 152, 153]

În condițiile climatului continental cu nuanțe excesive, caracterizat printr-o mare variabilitate în timp a elementelor climatice, specific teritoriului Republicii Moldova, cantitatea de precipitații este unul din cei mai importanți factori care determină creșterea și dezvoltarea optimă a culturilor agricole, inclusiv a florii-soarelui, determinând cele mai mari diferențieri în timp și spațiu ale valorii recoltei medii la hectar. Astfel, în condițiile Republicii Moldova cantitatea de precipitații foarte frecvent trece la categoria factorului limitativ.

Necesarul florii-soarelui către resursele de umiditate pentru întreaga perioadă de vegetație au fost estimate la 400-450 mm, cantitate, a cărei eficiență este condiționată mai ales de repartizarea lor în timp. Cel mai ridicat consum de apă se înregistrează în perioada de la diferențierea organelor florale până la maturitate. În acest interval de timp (2/3 din perioada de vegetație) producția de semințe este influențată negativ de seceta ce survine cu 20 zile înainte și după înflorire, iar conținutul de ulei de cea de la sfârșitul înfloritului. Astfel, faza cea mai critică, apă în care seceta influențează negativ atât producția cât și conținutul de ulei, este prima decadă după ofilirea petalelor.

Cultura de floarea-soarelui se caracterizează prin cerințe relativ ridicate față de regimul de umiditate, ceea ce se exprimă printr-un coeficient de transpirație cu valori medii cuprinse în limitele 209-705. În același timp, constatăm, că în funcție de faza de

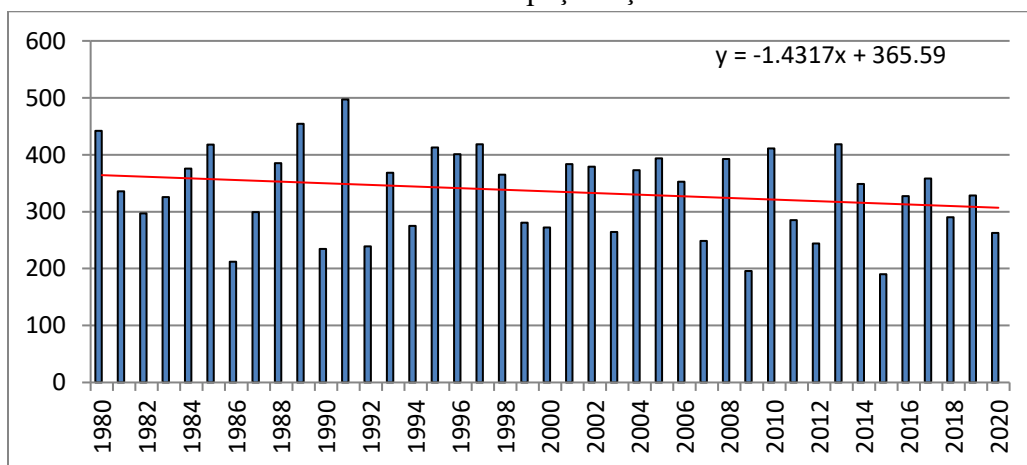
vegetație, cerințele florii –soarelui către resursele de umiditate diferă. Fazele critice în cursul perioadei de vegetație apar în intervalul la a 45 – 60-a zi, cuprinse între 5 - 10 iunie și 25 iulie - 5 august. Această perioadă corespunde fazelor începutul formării inflorescențelor - începutul înfloririi și fazelor de înflorire a colotidiului - umplerea fructelor. Este cazul să menționăm că pentru primul interval sunt dăunătoare surplusurile de umiditate, iar pentru al doilea interval insuficiența acestora.

Cerințele față de umiditate variază în funcție de fazele de vegetație. De la răsărirea până la formarea inflorescenței, în primele 30 de zile, floarea-soarelui consumă doar 25% (387,5 t) din cantitatea totală necesară perioadei de vegetație. Cea mai multă apă, se consumă în perioada formării capitulului-umplerea semințelor – 60% (697,5 t) și 17% (79,05 t), se consumă în perioada până la coacere. Până la apariția plantelor, în stratul de 20 cm al solului, trebuie să existe nu mai puțin de 40 mm de umiditate accesibilă. De la apariția plantelor până la formarea capitulelor floarea-soarelui folosește umiditatea din stratul de sol de 20 cm, iar de la formarea capitulelor și până la înflorire – din stratul de 80-160 cm.

Perioada critică pentru apă, în care seceta influențează negativ producția și conținutul de ulei, este prima decadă de după înflorirea petalelor.

Față de precipitații, cerințele florii-soarelui pentru întreaga perioadă de vegetație au fost estimate la 400-450 mm, cantitate a cărei eficiență este condiționată mai ales de repartizarea lor în timp.

În ultima perioadă de timp regimul precipitațiilor atmosferice are tendința de a se modifica (fig. 3.15). Astfel, în aspect multianual, cantitatea acestora a înregistrat o valoare medie egală cu 336 mm. Cea mai mare cantitate s-a înregistrat în anul 1991, ce constituie 153 mm mai mult decât media multianuală și corespunzător cea mai mică cantitate în anul 2015 sau cu 146 mm mai puțin față de norma climatică.



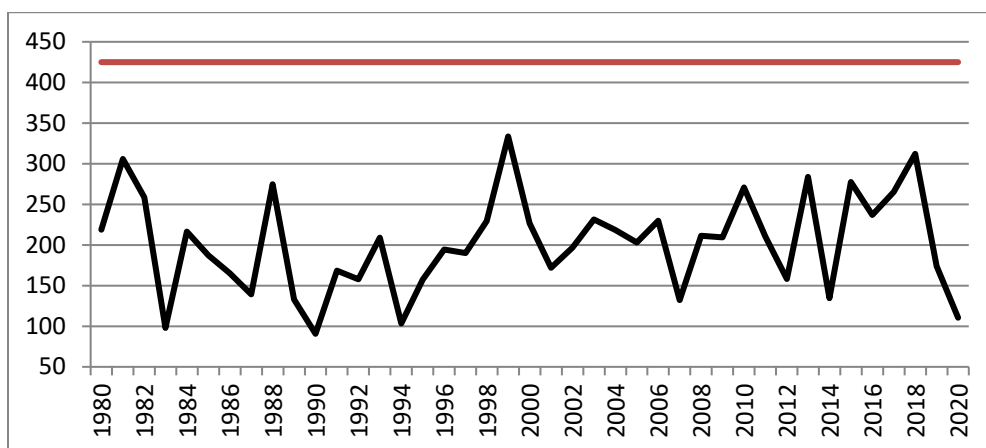
**Fig. 3. 9.** Cantitatea medie de precipitații căzute în perioada de vegetație a florii-soarelui

Un rol hotărâtor în formarea unor valori înalte ale recoltei la floarea-soarelui îl au precipitațiile din perioada premărgătoare a anului agricol concret și care corespunde perioadei 1 octombrie (anul premărgător) - 1 aprilie (425 mm), adică perioada de până la semănat, dar și precipitațiile din timpul vegetației (375 mm).

Analiza statistică a datelor din prima perioadă sus menționată pentru teritoriul Republicii Moldova (fig. 3.10), relevă că cel mai neînsemnat deficit pluviometric și anume de -189 mm se înregistrează la Cornești, iar cel mai semnificativ de - 256 mm la Bălți (tab. 3.3).

**Tabelul 3.3** Deficitul de precipitații în perioada premărgătoare vegetației active a floarii-soarelui în aspect spațial

Stația	Deficitul, mm
Chișinău	-202
Briceni	-219
Dubăsari	-210
Rîbnița	-236
Ștefan-Vodă	-195
Soroca	-230
Fălești	-225
Leova	-219
Cahul	-224
Comrat	-222
Bravicea	-247
Bălți	<b>-256</b>
Camenca	-228
Balțata	-233
Cornești	<b>-189</b>
Tiraspol	-227



**Fig. 3.10.** Cantitatea precipitațiilor căzute în perioada ce precede perioada de vegetație (1 octombrie anul premărgător – 1 aprilie anul curent)

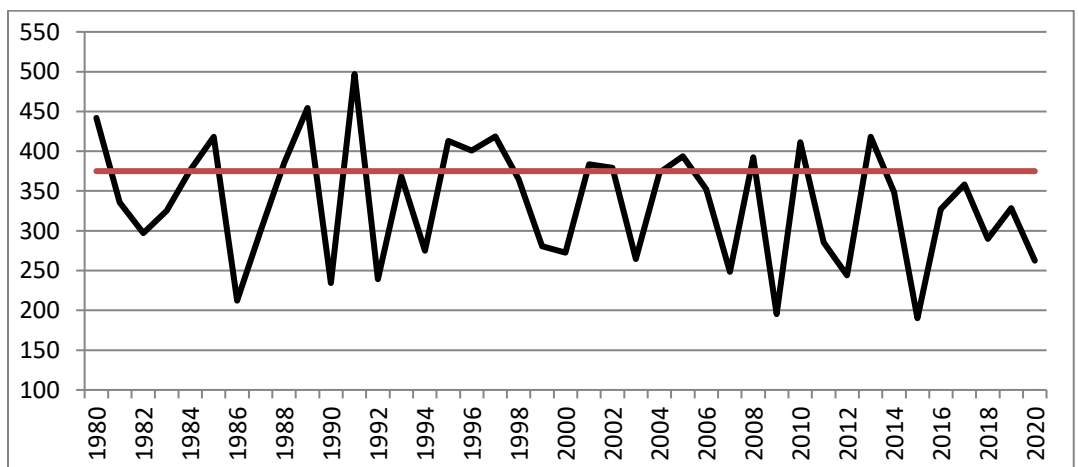
S-a constatat, că pentru această perioadă, o dată în 10 ani (în anii secetoși), pe întreg teritoriul republicii se înregistrează valori de -265 mm față de optimul necesar. La fel, nu este atins acest optim și în anii ploioși, când valoarea constituie - 185 mm față de optimul necesar.

O situație mult mai favorabilă se conturează pe parcursul perioadei de vegetație a florii-soarelui, unde se înregistrează și unele surplusuri cantitative a precipitațiilor față de optimul necesar (fig. 3.11), cu precădere în partea de nord a republicii. Astfel, cel mai mare deficit pluviometric se înregistrează la Comrat -79 mm. În nordul țării cea mai mică valoare a insuficienței se înregistrează la Soroca - 27 mm, în timp ce un surplus de 29 mm se înregistrează la Briceni (tab. 3.4).

**Tablelul 3.4** Repartiția în aspect spațial a cantității de precipitații din perioada de vegetație a florii-soarelui

Statia	Deficitul/surplusul de precipitații, mm
Chișinău	-50
Briceni	29
Dubăsari	-57
Rîbnița	-46
Ștefan-Vodă	-66
Soroca	-27
Fălești	-11

Leova	-49
Cahul	-61
Comrat	-79
Bravicea	-17
Bălți	-45
Camenca	-32
Balțata	-62
Cornești	14
Tiraspol	-73



**Fig. 3.11.** Cantitatea precipitațiilor căzute în perioada de vegetație (luna aprilie –luna octombrie anul curent)

Gradul de asigurare a perioadei de vegetație cu resurse de umezeală demonstrează că o dată în 10 ani (ani secetoși) acesta constituie +35 mm față de optimul hidric necesar și +87 mm în anii ploioși (asigurarea cu 10%).

Selectarea anilor (tab.3.5) cu deficitul și surplusul pluviometric din perioada premărgătoare a perioadei de vegetație activă a florii-soarelui pentru ultimele decenii indică, că în anii 1990, 1983, 1994, 2007 asigurarea cu umiditate este cu 260 mm sub limita optimului. Anul 2007 se plasează pe locul IV în topul anilor cu deficit de umezeală. Menționăm, că în această perioadă, conform datelor din tabel în perioada premărgătoare semănatului nu a fost înregistrat nici un an cu surplus de precipitații.

**Tabelul 3.5.** Registrul anilor cu deficit de precipitații din perioada premărgătoare perioadei de vegetație activă a florii-soarelui.



Anul	Insuficiență de precipitații, mm	Anul	Insuficiență de precipitații, mm
1990	-334	1993	-216
1983	-327	2009	-216
1994	-322	2011	-215
2020	-315	2008	-214
2007	-293	1984	-209
1989	-292	2004	-206
2014	-290	1980	-206
1987	-286	2000	-198
1995	-267	1998	-196
1992	-267	2006	-195
2012	-267	2003	-193
1986	-260	2016	-188
1991	-257	1982	-166
2001	-253	2017	-160
2019	-251	2010	-154
1985	-238	1988	-150
1997	-235	2015	-148
1996	-231	2013	-141
2002	-228	1981	-119
2005	-222	2018	-113
		1999	-91

Pe de altă parte, selectarea anilor cu deficitul și surplusul pluviometric din perioada de vegetație activă (tab.3.6) a florii-soarelui indică, că anul 2015 a înregistrat cel mai mare deficit pluviometric. Printre anii vulnerabili din cadrul primului deceniu al secolului XXI se mai aliniază anii 2009, 2007, 2003, 2019.

Spre deosebire de perioada precedentă precăutată, au fost înregistrați și ani cu surplus de umiditate: 2001, 2008, 2005, 2002, 2010. Deci, observăm, că regimul de umiditate din ultimii ani se caracterizează printr-o variabilitate semnificativă în timp.

**Tab. 3.6.** Registrul anilor cu deficit și surplus de precipitații din perioada de vegetație activă a florii-soarelui.

Anul	Insuficiență de precipitații, mm	Anul	Surplus de precipitații, mm

2015	-185	1984	1
2009	-180	2002	4
1986	-163	2001	9
1990	-141	1988	10
1992	-136	2008	17
2012	-131	2005	19
2007	-127	1996	26
2020	-112	2010	36
2003	-111	1995	38
2000	-103	1985	43
1994	-100	2013	43
1999	-94	1997	44
2011	-90	1980	67
2018	-85	1989	79
1982	-78	1991	122
1987	-76		
1983	-50		
2016	-48		
2019	-47		
1981	-39		
2014	-26		
2006	-23		
2017	-17		
1998	-10		
1993	-6		
2004	-2		

Cunoașterea cantității precipitațiilor din perioada premărgătoare semănatului este informativă pentru aprecierea termenilor de cultivare și a datei de manifestare a fazelor ontogenetice, și mai puțin informativă pentru evaluarea cu scop de prognoză a valorii recoltei care poate fi determinată utilizând gradul de asigurare cu resurse de umiditate a perioadei de vegetație propriu zisă [17].

Astfel, gradul de asigurare cu resurse de umiditate pentru ambele perioade precăutate mai sus nu poate fi luată în evaluarea condițiilor agroclimatice pentru cultura dată. O informație mult mai amplă a gradului de asigurare a perioadei de vegetație pentru cultura de floarea-soarelui am obținut-o utilizând în cercetare coeficientul de umiditate (K), elaborat de Iu. Melnic, care este un coeficient complex, determinat în baza a două elemente meteorologice și anume cantitatea precipitațiilor din cele două perioade specifice (reestimate după gradul de aprovizionare cu

precipitații diferențiate pentru cultura de floarea-soarelui) raportate la suma temperaturilor mai mari de 10°C determinate tot pentru perioada de vegetație [16].

Ținem să menționăm că utilizarea acestui indice în evaluările agroclimatice este recomandată doar pentru regiunile unde suma temperaturilor active depășește valoarea de 2400°C. În condițiile Republicii Moldova, această sumă variază în limitele 2820°C (Briceni) și 3320°C (Cahul), ceea ce permite utilizarea acestuia și în condițiile actuale ale climei regionale.

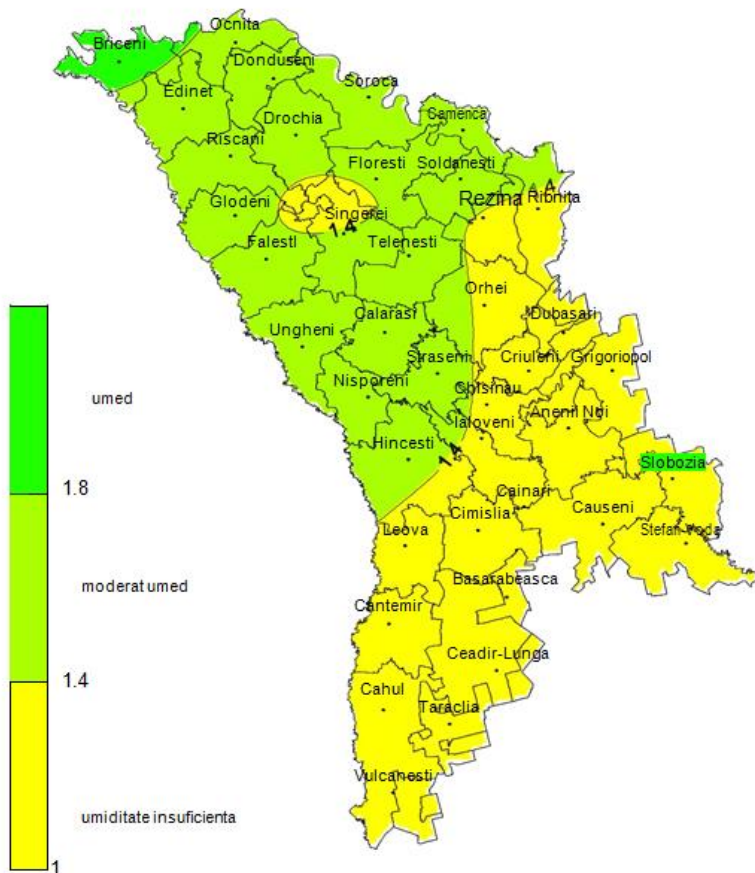
Astfel, conform valorilor numerice obținute pentru acest indice (tab. 3.7) teritoriul Republicii Moldova (fig. 3.12) privitor la gradul de asigurare cu resurse de umiditate pentru cultivarea floarea-soarelui în aspect spațial de la nord spre sud corespunde calificativelor umed în partea de nord-vest, moderat umed pentru centrul republicii și partea de sud se caracterizează printr-un grad insuficient de asigurare cu umiditate.

**Tabelul 3.7.** Calificativele coeficientului de umiditate (K) elaborat de Iu.Melnic

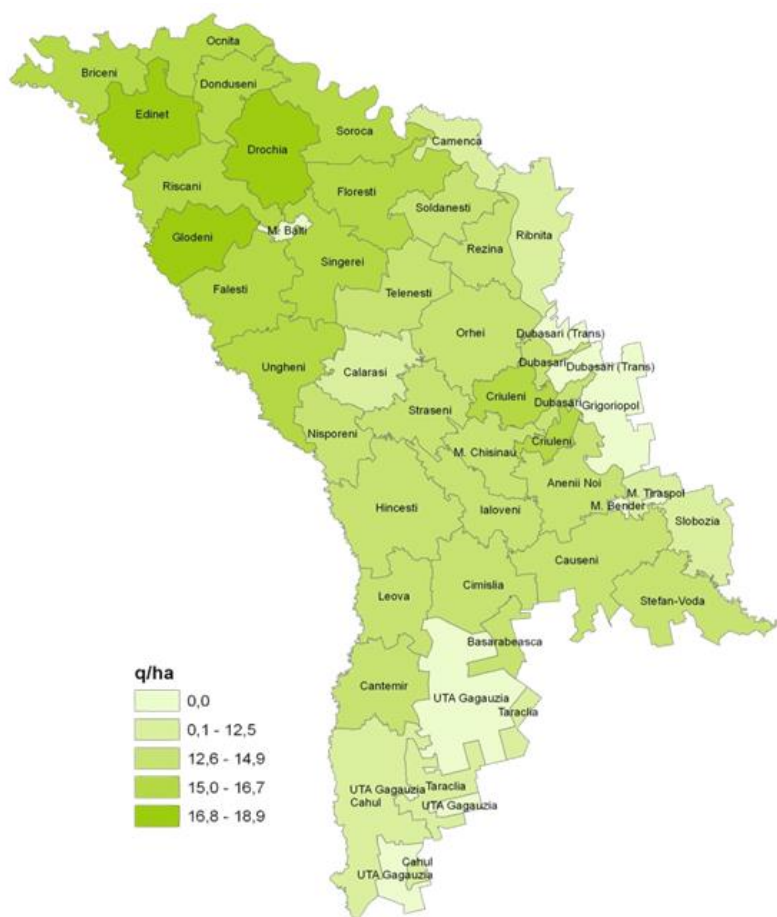
Calificativele coeficientului de umiditate (K)	Cunatificarea
uscat	0,6
secetos	0,6-0,9
umiditate insuficientă	1,0-1,3
moderat umed	1,4-1,7
umed	1,8-2,1

Legătura corelativă semnificativă ( $r=0,8$ ) între valoarea productivității și coeficientul de umiditate (K), confirmă utilitatea acestui indice în studiu.

Astfel, analiza productivității culturii de floarea-soarelui (fig.3.13) denotă, că cele mai ridicate valori se înregistrează la fel, în raioanele de nord ale republicii, unde recolta poate atinge valori de 16,8-18,9 q/ha față de 12,5 q/ha, în raioanele, unde valorile indicelui K sânt mai scăzute.



**Fig. 3.12.** Repartiția spațială a valorii medii a indicelui de umiditate (K)



**Fig. 3.13.** Repartiția spațială a valorii medii a productivității florei soarelui

Astfel, la ora actuală, reieșind din noile condiții climatice ale teritoriului Republicii Moldova productivitatea culturii de floarea-soarelui înregistrează o tendință generală de descreștere cantitativă, determinată după părerea noastră, de gradul de asigurare cu resurse de umiditate, repartiția cărora în timp înregistrează oscilații foarte mari.

#### **4. IMPACTUL STRESULUI HIDRIC ASUPRA PRODUCTIVITĂȚII CULTURII DE FLOAREA-SOARELUI**

Rezistența la secetă a florii-soarelui este condiționată în general de prezența unui sistem radicular foarte dezvoltat, pivotul principal al căruia poate atinge în lungime aproape 3 m, ceea ce permite să se asigure cu umiditate din straturile inferioare care nu sunt accesibile pentru alte culturi perene. Paralel cu aceasta, construcția organelor externe este tipică pentru culturile mezofite, sistemul foliar permite o evapotranspirație ridicată, în legătură cu care se mărește coeficientul transpirației care, conform diferitor autori, ia valori medii de 400-70.

Evapotranspirația sumară a culturii de floarea soarelui crește direct proporțional cu sporirea umidității solului. Valori maxime ating atunci când scade umiditatea relativă a aerului și odată cu mărirea suprafeței sistemului foliar de la apariția mlădițelor pînă la perioada de înflorire, mai apoi se reduce brusc.

Cu toate că floarea-soarelui este adaptată la condițiile de secetă, micșorarea transpirației de facto comparativ cu cea potențială posibilă în cazul insuficienței de umiditate și evapotranspirația ridicată determină pierderi esențiale a productivității.

Reiese, că factorul restrictiv în formarea productivității culturii de floarea-soarelui în aceste zone sunt condițiile de umiditate. De aceea, atunci când vorbim despre corelarea dintre climă, condiții meteorologice și productivitatea florii-soarelui, accent se pune nu doar pe cantitatea de precipitații, ci și pe indicii care reflectă nivelul de asigurare a semănăturilor cu umiditate. Unele cercetări care s-au efectuat [141] au dovedit că cu cât mai bine este asigurată cultura cu umiditate cu atât va fi mai mare productivitatea. În cazul când această cantitate depășește valorile medii optime cantitativ valoarea productivității descrește progresiv. Prin urmare odată cu majorarea valorii umidității crește dependența valorii productivității față de nivelul gradului de asigurare cu alți factori ai mediului.

Rolul valorii umidității pentru floarea soarelui este semnificativ în perioadele anterioare celor de dezvoltare activă, iar o micșorare a valorii productivității se observă în perioada de înflorire și umplere a semințelor [70, 74] când are loc ofilirea culturilor. Un rol hotărâtor în formarea valorii productivității îl are și cantitatea de precipitații căzute în perioada toamnă-iarnă și prima parte a perioadei de vegetație [139, 152], iar pe parcursul perioadei înflorire - coacerea semințelor influența cantității precipitațiilor asupra valorii productivității se modifică calitativ. Dacă precipitațiile căzute în primele două săptămâni după înflorire, când are loc formarea semințelor, determină o valoare ridicată a productivității, atunci precipitațiile căzute în perioada de umplere a semințelor de cele mai multe ori duc la micșorarea acestei valori. O importanță deosebită pentru coacerea optimă a semințelor și pentru păstrarea

calității lor o au condițiile de umiditate din perioada de finisare a proceselor de ontogeneză, când umiditatea semințelor se va micșora la 40-50%. Ulterior micșorarea valorii umidității semințelor este în raport logaritmic direct cu suma deficitului mediu al umidității aerului. În așa fel obținerea unor valori ridicate a productivității depinde de cantitatea de umiditate în perioada de până la semănat, o cantitate medie de precipitații pe parcursul perioadei de vegetație până la umplerea semințelor, iar conținutul de umiditate a solului trebuie să se mențină nu mai jos de 70% din cantitatea maxim posibilă (100%), o umiditate medie a aerului pentru acest timp, cât și lipsa precipitațiilor și o umiditate relativă a aerului scăzută la sfârșitul perioadei de umplere a semințelor.

#### **4.1. Identificarea riscului secetelor prin intermediul indicilor standardizați**

Variabilitatea neperiodică a stărilor de vreme, cu o succesiune deosebit de rapidă determină la rândul ei și varietatea climei. În prezent este acceptată ideea de variație naturală a climei la toate scările temporale. Schimbarea globală a climei este una din marile probleme științifice ale ultimelor decenii cu impact pe termen lung asupra societății.

Impactul schimbărilor climatice asupra creșterii și dezvoltării florii-soarelui cât și asupra valorii recoltei medii la hectar este evidentă mai ales în ultimele decenii când perioadele secetoase au devenit un hazard frecvent înregistrat.

Secetele nu sunt fenomene locale și adesea sunt asociate cu persistența anticlonilor. Interpretarea meteorologică a secetei se bazează pe cunoașterea proceselor fizice care determină precipitații mai scăzute sau chiar lipsa lor. Seceta nu trebuie confundată cu noțiunea de ariditate, care se aplică regiunilor secetoase permanent expuse unui deficit de apă.

Apariția fenomenului de secetă este condiționată în primul rând de absența precipitațiilor, care determina fenomenul de uscăciune, ce se produce, de regulă în aer. Declanșarea secetei este un fenomen complex, la care participă mai mulți factori printre care cei climatici. Noțiunea de secetă este relativă, dar principala caracteristică a ei constă în descreșterea disponibilităților de apă pentru o anumită perioadă. Pentru a provoca seceta este nevoie de o perioadă cu deficit pluviometric caracterizată prin anumiți parametri caracteristici și anume durată, intensitate, etc. Din punct de vedere meteorologic seceta se produce în cazul în care cantitatea de precipitații dintr-o anumită perioadă de timp este considerabil mai scăzută decât cantitatea medie de precipitații.

Dintre caracteristicile secetelor mai importante sunt cele temporale (începutul sau debutul, sfârșitul, durata, persistența) și spațiale (aria de desfășurare) [7, 8, 44, 58, 120, 135].

În lucrarea de față, studiul fenomenelor de uscăciune și de secetă s-a efectuat în baza indicilor actuali utilizați în atribuirea calificativelor: perioada deficitară, normală sau excedentară și anume SPI, SPEI (indici recomandați de OMM), și Izu indice elaborat în cadrul laboratorului Climatologie și Riscuri de Mediu, dar utilizat în ultimii ani și în evaluările internaționale [34, 40].

Floarea-soarelui ca plantă agricolă se deosebește de alte culturi prin faptul că posedă capacitatea de a se adapta ușor la deficitul de umiditate și are o toleranță mai mare la secetă comparativ cu alte culturi, însă în același timp dacă durata acestei perioade este mare pierde din valoarea recoltei. Această dependență depinde de faza de vegetație cât și de starea fitosanitară.

Consecințele stresului hidric asupra producției de semințe și asupra conținutului în ulei depind de stadiul fenologic în care este surprinsă planta: perioada de maximă sensibilitate pentru masa semințelor este situată în stadiul de buton floral de 3 cm și până la sfârșitul înfloritului; perioada de sensibilitate maximă pentru conținutul în ulei se situează de la faza de înflorire deplină și până la începutul maturității semințelor.

Astfel, în funcție de faza de vegetație, cerințele florii –soarelui către resursele de umiditate diferă. Fazele critice în cursul perioadei de vegetate apar în intervalul la a 45 – 60-a zi, cuprinse între 5 - 10 iunie și 25 iulie - 5 august. Acestea corespund fazelor începutului formării inflorescențelor - începutul înfloririi și fazele de înflorire a colotidiului - umplerea semințelor. Este cazul să menționăm că pentru primul interval sunt dăunătoare surplusurile de umiditate iar pentru al doilea interval insuficiența acestora.

Așadar, apariția stadiului de buton floral de 3 cm diametru marchează începutul perioadei sensibile a florii-soarelui la stresul hidric. Sensibilitatea la secetă a florii-soarelui durează în jur de 44-60 de zile, începând cu 20 de zile înainte de înflorit și continuând până la 15-20 de zile după înflorit.

Faza cea mai critică față de consumul de apă, în care seceta influențează negativ atât producția de semințe cât și conținutul de ulei este reprezentată de prima decadă după ofilirea petalelor.

Perioada de la începutul formării colotidiului până la înflorire este o perioadă critică care afectează producția de semințe, iar perioada de la înflorire la umplerea semințelor este o perioadă critică care afectează procentul de ulei.

De asemenea, seceta în perioada formării semințelor reduce producția de semințe și conținutul de ulei a acestora. Un moment critic către resursele de apă se

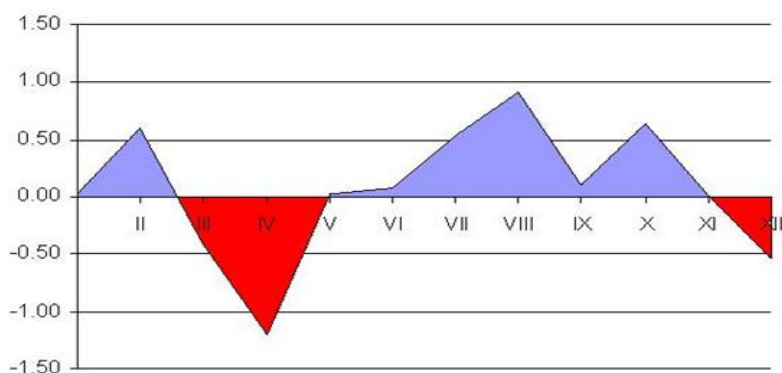


înregistrează și la 4-5 săptămâni de la răsărire, în perioada formării primordiilor florale.

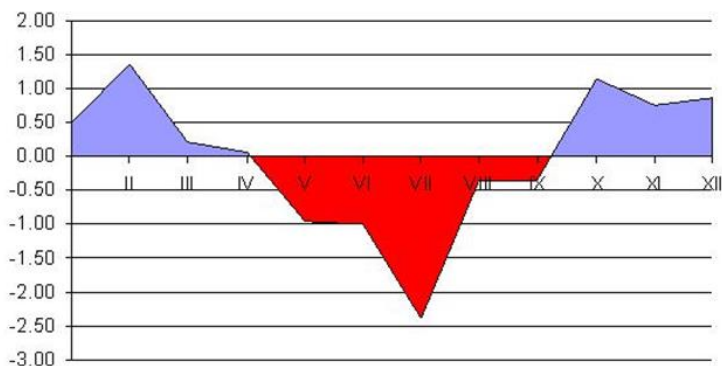
Urmărind variația cantităților anuale de precipitații din perioada 1980-2014 se observă faptul că, foarte rar se întâmplă ca același an să fie cel mai secetos pe întreg teritoriul analizat fapt confirmat și de rezultatele obținute după derularea programului de calcul al SPI și SPEI care permit să scoatem în evidență fenomenele de uscăciune și secetă prin abaterile negative ale cantităților anuale și lunare de precipitații față de media multianuală. Astfel cele mai frecvente și de durată secete meteorologice se stabilesc în partea de sud a țării.

De ex. intensitatea secetei din anul 2007 (fig.4.1) modelată grafic conform SPI-I ne scoate în evidență faptul că în partea de nord a țării (fig. 4.1 a) fenomenul de secetă s-a manifestat pentru o perioadă de două luni consecutive (martie-aprilie) și inclusiv în luna decembrie. În partea centrală(fig. 4.1 b) și de sud (fig. 4.1.c) a țării durata secetei a constituit 4 luni.

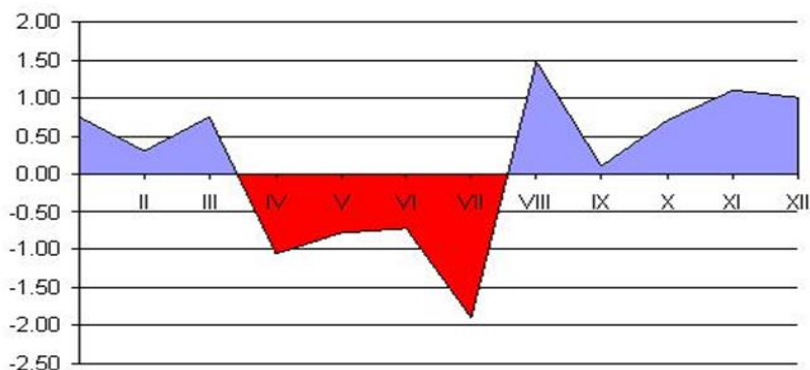
a)



b)



c)



**Fig.4.1.** Mersul anual a valorilor SPI-1 modelate pentru anul 2007 (a-Briceni, b-Chișinău, c-Cahul)

Așadar, condiții de uscăciune în partea de nord se stabilesc în luna aprilie ceea ce a întârziat în timp perioada semănatului, asupra valorii recoltei aceasta nu a avut nici un impact (14,5 q/ha). În partea centrală condiții uscate și apoi extrem de uscate se stabilesc în lunile iunie și iulie ceea ce fenologic corespunde fazelor de formare a inflorescenței și înflorit, cele mai critice faze către deficitul de umiditate, impactul asupra valorii recoltei a fost semnificativ 4,3 q/ha. În partea de sud a republicii condiții de insuficiență de precipitații, în perioada de creștere și dezvoltare a florii-soarelui, se stabilesc în lunile aprilie (perioadă uscată) influențând la fel ca și în partea de nord data semănatului și condiții foarte uscate (luna iulie) faza de înflorire activă, valoarea recoltei fiind cea mai scăzută 3,4 q/ha.

Rezultatele obținute după derularea programului de calcul al SPI și SPEI permit să scoatem în evidență fenomenele de uscăciune și secetă cu impact major asupra valorii productivității la floarea-soarelui. Astfel, conform datelor incluse în tab.1, în cazul manifestării secetelor extreme pe teritoriul Republicii Moldova se atestă cele mai mari pierderi în recolta florii soarelui. În cazul manifestării condițiilor moderat umede, când regimul termic este ridicat comparativ cu cel stabilit în cazul condițiilor de umiditate în exces, productivitatea acestei culturi este scăzută. Considerăm, că aceste condiții agroclimatice favorizează la apariția și dezvoltarea bolilor, care în ultima instanță negativ influențează asupra recoltei.

**Tabelul 4.1.** Categoriile de umiditate și standardizare

Categoriile de umiditate	SPEI	Categoria standardizării seriei reziduurilor productivității	Seria reziduurilor productivității standardizate
Extrem de umed	$\geq 2.00$	Productivitate	$\geq 1.50$

		ridicată	
Foarte umed	1.50-1.99	Productivitate medie	1.00-1.49
Moderat umed	1.49-1.00	Productivitate scăzută	0.51-0.99
Normal	0.99- - 0,99	normal	0.50- -0.50
Secetă moderată	-1.00- -1.49	Pierderi mici de productivitate	-0.51 - - 0.99
Secetă severă	-1.50 - -1.99	Pierderi medii de productivitate	- 1.00 - -1.49
Secetă extremă	≤ - 2.00	Pierderi mari ale productivității	≤ - 1.50

În aspect multianual o dată în 10 ani se manifestă valori minime de -2,32 și valori maxime de 2,32 ceea ce corespunde conform categoriei de standardizare a seriei reziduurilor unor productivități ridicate specifice anilor umezi și categoriei cu pierderi mari de productivitate specifice anilor cu secete extreme.

Repartizate spațial valorile privind reziduurile minime standardizate ale productivității oscilează în limitele -3,39 (Anenii Noi)- -1,39 (Leova) față de media -2,09 iar oscilația valorilor maxime ale reziduurilor standardizate ale recoltei este cuprinsă în limitele 1,46 (Glodeni)-3,90 (Leova) față de media 2,13.

Rezultatele obținute din prelucrarea statistică a SPI-1, SPI-3 și SPI-6 în scopul evidențierii categoriilor de umiditate posibile o dată în 10 ani pe teritoriul Republicii Moldova sunt prezentate în tabelul 4.2. Calculele obținute reflectă situația caracteristică pentru lunile iunie și iulie, perioade critice din punct de vedere al formării valorii productivității culturii de floarea-soarelui.

**Tabelul 4.2.** Gradul de asigurare al intensității minime și maxime a perioadelor secetoase de pe teritoriul Republicii Moldova conform SPI.

		Briceni		Chișinău		Cahul	
		iunie	iulie	iunie	iulie	iunie	iulie
SPI-1	min	-2,36	-2,36	-2,36	-2,35	-2,36	-2,30
	max	2,36	2,35	2,36	2,38	2,36	2,31
SPI-3	min	-2,36	2,37	-2,36	-2,36	-2,36	-2,36
	max	-2,36	2,36	2,37	2,36	2,36	2,36
SPI-6	min	-2,36	-2,32	-2,36	-2,36	-2,36	-2,36
	max	2,36	2,39	2,35	2,36	2,36	2,36

Astfel, în aspect teritorial seceta ce se înregistrează o dată în 10 ani în luna iunie conform SPI-1 se va categorisi cu categoria de secetă extremă cu aceeași

categorie se va cataloga și seceta din luna iulie. Conform valorilor obținute pentru SPI-3 și SPI-6 seceta la fel va obține categoria de extremă pentru ambele luni.

Valorile obținute statistic după ce am precăutat după aceeași schemă valorile SPEI sunt prezentate în tabelul 4.3

**Tabelul 4.3.** Gradul de asigurare al intensității minime și maxime a perioadelor secetoase de pe teritoriul Republicii Moldova conform SPEI.

		Briceni		Chișinău		Cahul	
		iunie	iulie	iunie	iulie	iunie	iulie
SPEI-1	min	-2,29	-2,28	-2,29	2,32	-2,30	2,33
	max	2,32	2,32	-2,32	2,31	-2,33	2,38
SPEI-3	min	-2,29	2,32	-2,30	2,31	-2,30	2,30
	max	-2,32	2,34	-2,33	2,33	-2,30	2,31
SPEI-6	min	-2,30	2,31	-2,30	2,32	-2,30	2,32
	max	-2,32	2,34	-2,30	2,32	-2,29	2,30

Din analiza datelor obținute menționăm că categoria secetelor în toate cazurile se plasează ca secetă extremă pentru toate scările SPEI cât și pentru ambele luni precăutate.

Astfel, întreg teritoriul Republicii Moldova o dată în 10 ani este influențat de secetă extremă ca categorie ceea ce se reflectă și asupra valorilor productivității, mai ales în ultima perioadă de timp, fapt confirmat și de valorile mai mici ale acesteia față de valorile medii multianuale.

Catalogând valorile reale ale indicilor SPEI și SPI și ordonându-i în ordine descrescătoare a intensității secetelor (tab.4.4) putem să menționăm că pentru teritoriul Republicii Moldova fiecare al doilea an se înregistrează secete severe.

**Tabelul 4. 4.** Registrul severității secetelor de pe teritoriul Republicii Moldova.

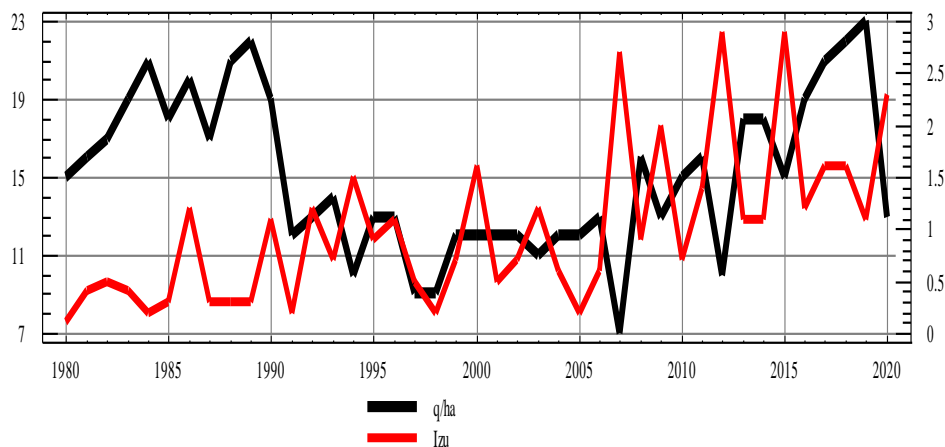
Indice	Începutul secetei	Sfârșit secetă	Durata
SPEI3	06.1981	09.1981	4
	09.1982	05.1983	9
	10.1983	01.1984	4
	04.1986	06.1986	3
	09.1986	12.1986	4
	01.1989	07.1989	7
	12.1989	01.1991	14

	11.1991	04.1992	6
	07.1992	01.1993	7
	10.1993	07.1994	10
	11.1994	04.1995	6
	05.1996	08.1996	4
	02.1997	03.1997	2
	06.1999	11.1999	6
	04.2000	08.2000	5
	01.2001	03.2001	3
	02.2002	07.2002	6
	04.2003	08.2003	5
	11.2005	12.2005	2
	10.2006	02.2007	5
	05.2007	10.2007	6
	02.2008	04.2008	3
	04.2009	11.2009	8
	09.2011	11.2012	15
	12.2013	04.2014	5
	05.2015	10.2015	6
	01.2016	04.2016	4
	08.2016	09.2016	2
	09.2018	12.2018	4
	04.2019	05.2020	14
<b>SPEI6</b>	09.1982	05.1983	9
	12.1985	04.1987	17
	03.1989	07.1989	5
	02.1990	04.1991	15
	01.1992	05.1992	5
	07.1992	02.1993	8
	11.1993	04.1995	18
	07.1999	11.1999	6
	05.2000	05.2000	11
	03.2002	07.2002	5
	05.2003	11.2003	7
	11.2006	12.2007	14
	05.2008	12.2009	20
	09.2011	12.2012	16

	01.2014	10.2014	10
	05.2015	05.2016	13
	12.2018	09.2020	22
SPEI12	11.1982	07.1983	9
	06.1986	04.1987	11
	04.1989	06.1991	27
	07.1992	04.1993	10
	03.1994	06.1995	16
	11.1999	09.2001	23
	03.2007	04.2010	38
	09.2011	07.2013	23
	06.2014	10.2014	5
	06.2015	09.2016	16
	03.2019	12.2020	22

Așadar, valoarea productivității culturii de floarea-soarelui va fi compromisă fiecare al doilea an reieșind din condițiile meteorologice nefavorabile ce se stabilesc.

Un alt moment destul de important în formarea valorii recoltei la floarea-soarelui îl reprezintă și faptul că în ultima perioadă de timp se atestă o majorare a valorilor deficitului de saturare și a numărului zilelor uscate care la rândul lor au un impact direct asupra valorilor recoltei (fig. 4.2).



**Fig. 4.2.** Mersul multianual al Izu și valoarea recoltei (q/ha) pe teritoriul Republicii Moldova

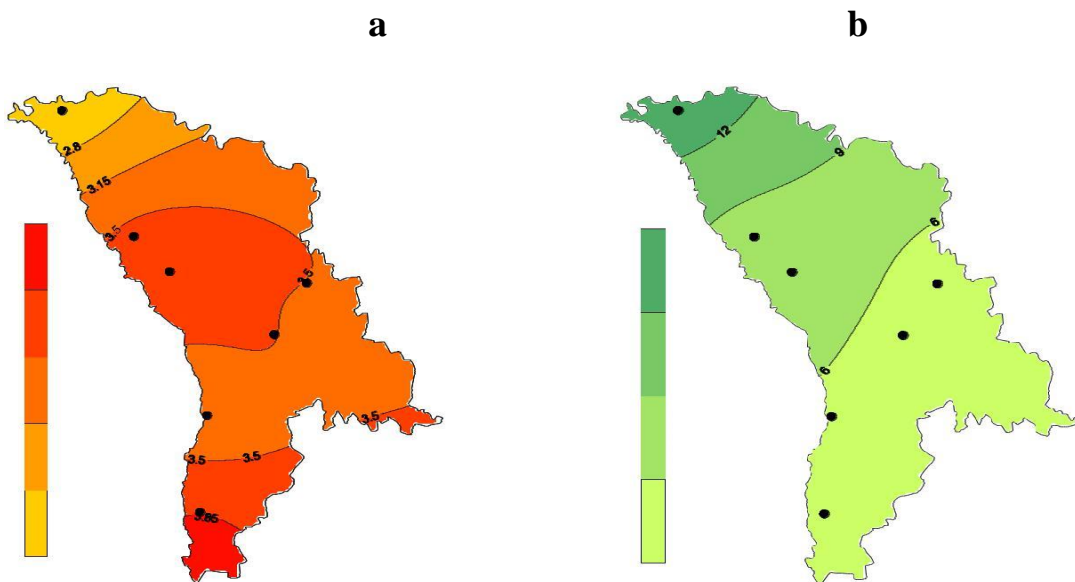
Utilizarea Indicelui perioadelor uscate (Izu) în estimarea influenței condițiilor de ariditate relevă, că în aspect evolutiv acest indice reflectă impactul negativ al

perioadelor uscat semnificative și periculoase asupra recoltei de floarea soarelui, cu precădere în ultimii ani, în partea centrală și de sud.

Astfel, spre exemplu, în anii 2007, 2012, 2009, când valorile Izu au fost înalte recolta a fost scăzută. Anii nominalizați sunt indicați ca ani agrometeorologici nefavorabili și în caracterizarea agrometeorologică a anilor concreți efectuată de către Serviciul Hidrometeorologic de Stat.

Coeficientului de corelare dintre acest indice și valorile recoltei denotă că acesta este cu semnul negativ pretutindeni pe teritoriul țării. Deși, valorile coeficientului de corelare constituie  $r=-0,13$  la nord, în partea centrală  $r= -0,39$ , iar în partea de sud  $r=-0,42$ , observăm o creștere a dependenței recoltei de stabilirea perioadelor uscat semnificative și periculoase în partea de sud a țării (fig. 4.3). Valorile coeficientului de corelare sunt determinate în mare măsură de faptul, că perioadele uscat semnificative sunt mai mult înregistrate în ultimii ani, ceea ce permite să concluzionăm, că ne aflăm în pragul unor schimbări climatice substanțiale.

Analiza concomitentă a Izu și a recoltei floarea- soarelui înregistrată în anul 2007 relevă, că doar în extremitatea de nord a țării valorile recoltei au constituit 12q/ha ceea ce este cu 2q/ha mai puțin decât media multianuală pe țară, în partea de sud a țării, unde valorile Izu au fost cele mai semnificative, productivitatea acestei culturi a fost cea mai scăzută atât în aspect spațial cât și temporal. Dacă în acest an valoarea medie pe republică a constituit 6,9 q/ha în partea sudică a acesteia valoarea a fost de două ori mai mică, rezultată în mare măsură de durata îndelungată a perioadei uscate periculoase (fig.4.3 a, b).



**Fig. 4.3.** Modelarea cartografică a Izu (a) și a recoltei florii-soarelui (b) în anul 2007

Așadar, Izu în unii ani, depășește cu mult limita perioadelor uscate periculoase, îndeosebi pentru sudul țării, ceea ce este util să se ia în considerație în cazul evidențierii impactului fenomenelor meteorologice combinate (regim termic ridicat, umezeală relativă scăzută a aerului) asupra creșterii și dezvoltării florii-soarelui [15, 23].

Analiza intensității și frecvenței de manifestare a acestui indice confirmă cele relatate mai sus și anume că în ultimii ani se atestă depășirea limitelor ce indică perioadele uscate semnificative. În partea de sud a țării, constatăm că în 2 cazuri perioadele uscate au depășit chiar pragul perioadelor uscate periculoase, fiind aproape de limita celor excepționale.

Asemenea condiții au compromis nu doar creșterea și dezvoltarea florii-soarelui, dar chiar și recolta acesteia [22], astfel nu este posibil de asigurat o agricultură durabilă fără a aplica irigațiile.

## **4.2 Variabilitatea climatică a recoltei culturii de floarea-soarelui**

În condițiile climatului continental cu nuanțe excesive specifice teritoriului Republicii Moldova, caracterizat printr-o mare variabilitate în timp a elementelor climatice și în special a precipitațiilor, se impune, pe lângă analiza potențialului agroclimatic rezultat din mediile multianuale, și evaluarea unor ani particulari, extremi din punct de vedere climatic.

Având în vedere variabilitatea mare în timp și spațiu a precipitațiilor și importanța deosebită a acestora din punct de vedere agroclimatic, ne-am axat asupra unor ani extremi pluviometric. Identificarea acestora s-a realizat prin însumarea precipitațiilor lunare, exprimate ca ponderi procentuale din valorile medii multianuale, în perioada de vegetație (aprilie-octombrie).

În acest sens remarcăm, că anii deficitari pluviometric sunt, în general, mai calzi, deci mai favorabili sub aspect termic și ca durată de strălucire a soarelui, în timp ce anii ploioși sunt în general mai reci, deci mai slab favorabili din punct de vedere termic și de asemenea deficitari sub aspectul insolației.

Astfel se explică variabilitatea valorii recoltei din anii ploioși care nu sânt în mod obligatoriu mai favorabili ca cei secetoși. Situația se explică prin faptul că evaluarea include și alți factori care pot fi chiar mai restrictivi decât acesta.

Prin urmare, se poate concluziona faptul că variabilitatea de la un an la altul a favorabilității agroclimatice poate fi destul de accentuată, fapt ce justifică utilitatea și



necesitatea completării analizei de favorabilitate la nivel mediu multianual cu o analiză a variabilității interanuale, pentru a avea o imagine mai reală asupra potențialului agroclimatic.

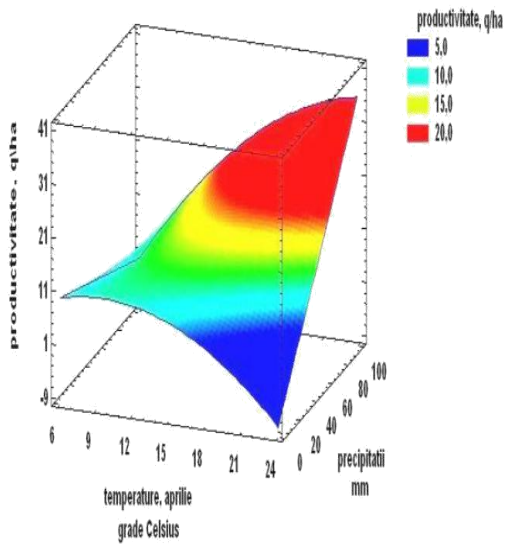
Astfel, cuantificarea influenței principalilor factori meteorologici temperatura și cantitatea precipitațiilor asupra productivității culturii de floarea-soarelui este posibilă utilizând analiza ecuației de regresie, expuse în capitolul unu, și respectiv prin analiza matricei de corelație oferită de modelarea Screening Design, una din metodele statistice care ne permite să se identifice rolul valorilor independente (exprimate prin valori termice lunare și cantitățile lunare de precipitații) în formarea variabilei „dependente”, în cazul nostru a valorii productivității.

Drept interval de timp au servit lunile mai-septembrie, perioadă în care productivitatea florii-soarelui este strâns legată de regimul hidro-termic.

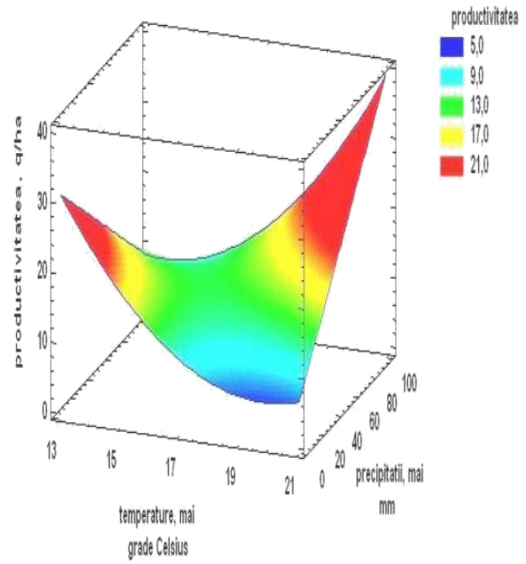
Analiza datelor obținute (fig. 4.5) indică la strânsa legătură corelativă dintre factorii „independenți” (factorii meteorologici) și valoarea productivității (variabila „dependentă”).

Astfel, dependența valorii productivității față de valorile temperaturii și precipitațiilor pentru luna aprilie (fig.4.4 a), perioada în care se efectuează semănatul culturii de floarea-soarelui, este direct proporțională. Cu cât valorile ambilor parametri meteorologici (temperatură și precipitații) sunt mai ridicate cu atât se creează premise pentru formarea productivității înalte. Aceiași tendință se păstrează și pentru luna mai (fig. 4.4 b), perioada când are loc apariția plantulelor. Odată cu stabilirea subperioadei de formare a frunzelor și diferențierea conului de creștere, (luna iunie) (fig. 4.4 c) se observă o dependență tot mai mare a valorii productivității față de valorile cantității de precipitații, tendință ce se păstrează și pentru luna iulie (fig. 4.4 e). Spre exemplu optimul hidrotermic pentru obținerea unor valori ridicate ale recoltei este cuprins între 23-25 °C și 90-120 mm, iar în cazul când temperatura constituie 25°C și cantitatea precipitațiilor 60 mm se creează premise în obținerea recoltelor maxime (14 q/ha).

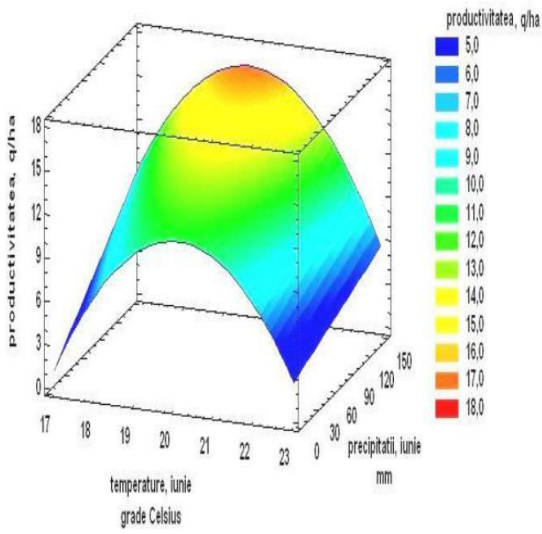
Pentru întreaga perioadă e vegetație (fig. 4.4 g) menționăm, că în cazul fondului termic ridicat și a sumelor nesemnificative atestate în suma precipitațiilor valoarea productivității florii-soarelui este scăzută.



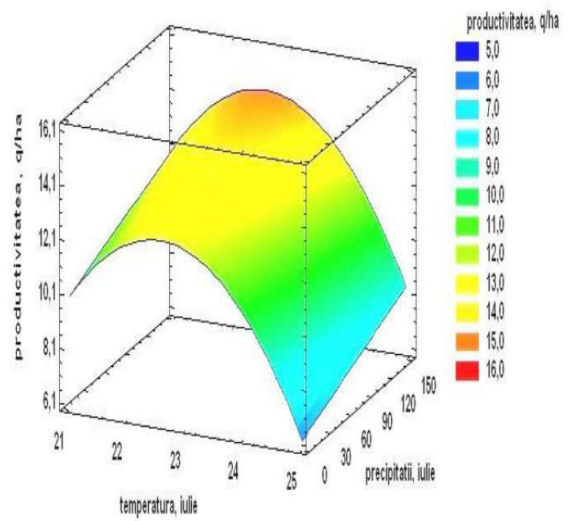
a)



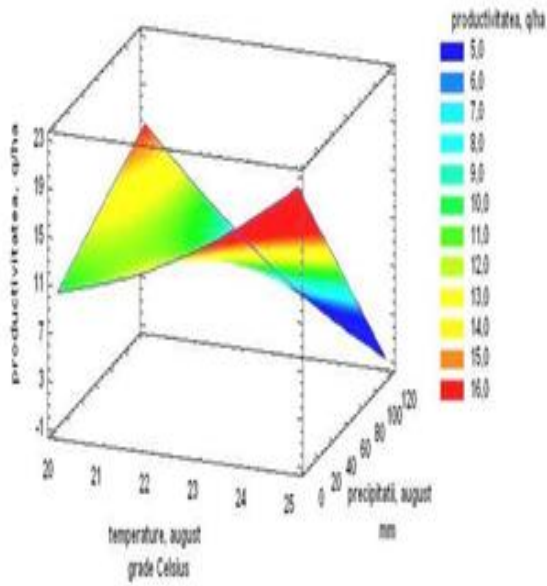
b)



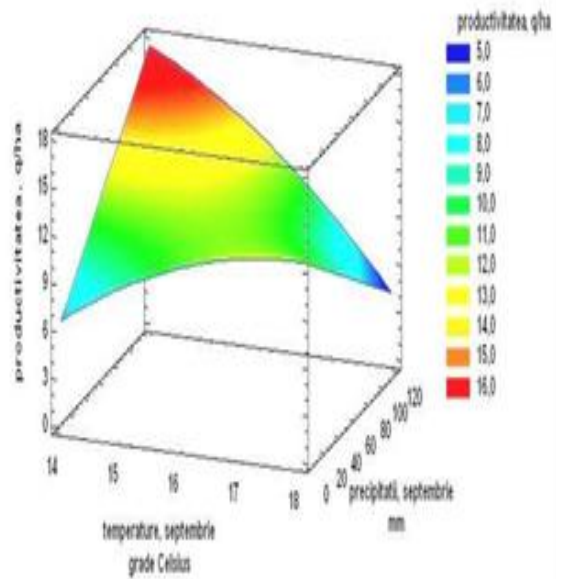
c)



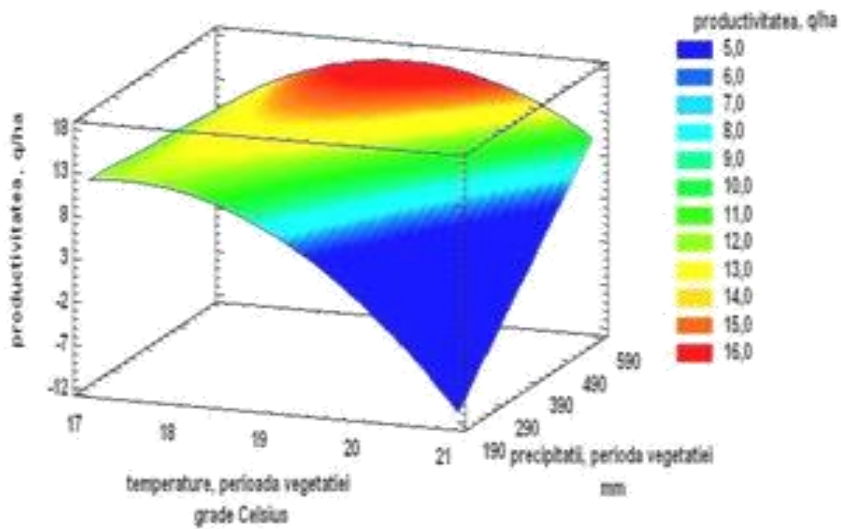
d)



e)



f)



g)

#### **Fig. 4.4.** Modelarea valorii productivității către condițiile meteorologice

Variabilitatea în spațiu a valorii productivității medii la hectar ca dependentă de condițiile meteorologice, în profil teritorial, poate fi explicată și prin coeficientul de variație (Cv).

Astfel, pentru întreg teritoriul republicii Cv constituie 0,24, ceea ce permite să se menționeze că Republica Moldova se poziționează ca o zonă cu recolte stabile ale culturii de floarea-soarelui.

Totodată modelarea cartografică a acestui indice în ani concreți prezintă o nișă de variabilitate destul mare. Drept studiu de caz în evaluarea „anilor favorabili-nefavorabili” în creșterea și dezvoltarea culturii de floarea-soarelui au servit anii 2007 și 2008 an nefavorabil și corespunzător an favorabil din punct de vedere agroclimatic.

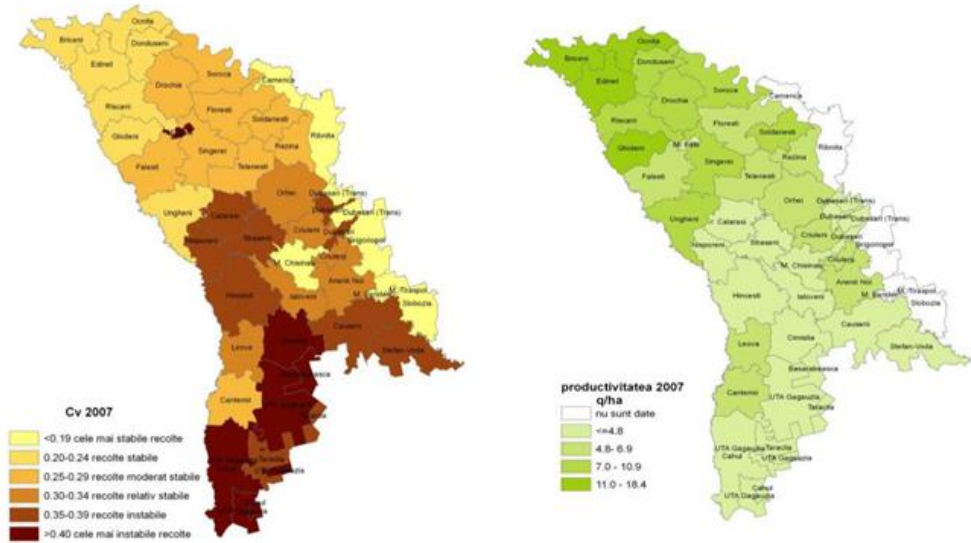
Menționăm că și abaterile medii față de linia trendului a valorii productivității în acești ani au fost semnificative.

Așadar, anul 2007 se poziționează în șirul datelor multianuale ca cel mai cald an din ultimii 120 ani. Temperatura medie anuală a aerului a depășit norma climatică cu 2-2,6°C, iar cantitatea precipitațiilor a constituit în fond 400-610 mm sau 80-125% din normă, însă repartizate neuniform pe parcursul anului. Acestea din urmă fiind principalul factor restrictiv în formarea valorii productivității (SHS).

Valoarea recoltei la cultura de floarea-soarelui în acest an a fost cea mai scăzută pentru întreaga perioadă supusă studiului și a constituit în medie 7 q/ha.

În ceea ce privește gradul de asigurare cu resurse termice a perioadei de vegetație (aprilie-octombrie) acest an se caracterizează printr-o valoare medie a temperaturii de 17,9° C fiind cu 2,1°C mai mică față de necesarul optim al culturii. În lunile iunie și iulie care corespund celor mai critice perioade de dezvoltare a florii-soarelui (formarea calatidiului și înflorirea calatidiului, aceste depășiri au constituit +2,4°C față de optim în luna iunie și +4,9°C în luna iulie. Cantitatea medie de precipitații a constituit 297 mm sau cu 153 mm mai puțin față de optimul necesar florii-soarelui.

În aspect spațial valoarea productivității a avut valori cuprinse între 2 q/ha la Basarabeasca și 18,4 q/ha la Ocnița (fig. 4.5 b)



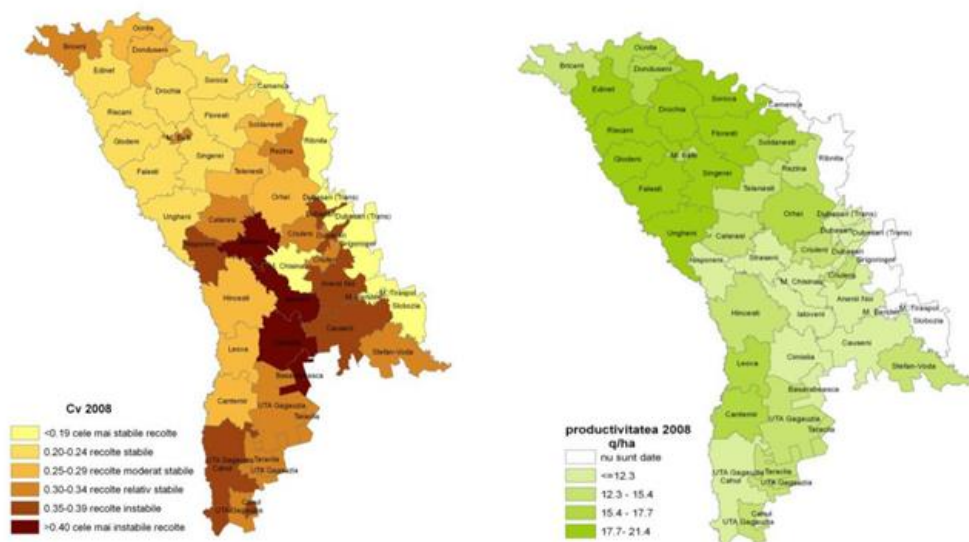
a)

b)

**Fig. 4.5.** Modelarea cartografică a coeficientului de variație (a) și a valorii productivității (b) pentru cultura de floarea-soarelui a. 2007

Corespunzător valoarea Cv (fig. 4.6 a) constituie 0,62 poziționând întreg teritoriul republicii în cadru regiunii cu cele mai instabile recolte. Iar în aspect spațial se diferențiază o zonă cu recolte stabile (0,2) Ocnița și cele mai instabile recolte (1,84) Basarabeasca.

Anul 2008, caracterizat ca favorabil din punct de vedere agroclimatic pentru creșterea și dezvoltarea culturii de floarea-soarelui, s-a caracterizat prin valori termice de  $16,8^{\circ}\text{C}$  sau  $-3,2^{\circ}\text{C}$  din valoarea optimă pentru temperatură și 421 mm sau cu 21 mm mai puțin față de cantitatea optimă necesară. Perioada fazelor critice de dezvoltare (iunie, iulie) s-au caracterizat prin  $+0,3^{\circ}\text{C}$  și corespunzător  $+1,5^{\circ}\text{C}$  față de necesarul climatic.



a) b)

**Fig. 4.6.** Modelarea cartografică a coeficientului de variație (a) și a valorii productivității (b) pentru cultura de floarea-soarelui a. 2008

Valoarea minimă a recoltei (fig. 4.7 b) constituie 10,6 q/ha și a fost înregistrată la Strășeni, iar cea maximă 21,4 q/ha este înregistrată la Sîngerei și Glodeni.

Valorile Cv oscilează (fig. 4.6 a) în limitele 0,16 (Sîngerei, Drochia, Glodeni) și 0,32 (Strășeni, Basarabeasca) ceea ce ne permite să concluzionăm că acest an conform gradului de favorabilitate pentru dezvoltarea florii-soarelui se poziționează ca un an a recoltelor stabile-relativ stabile. Per ansamblu teritoriului Republicii Moldova corespunde unei valori de 0,19 ceea ce se caracterizează ca zonă cu recolte stabile.

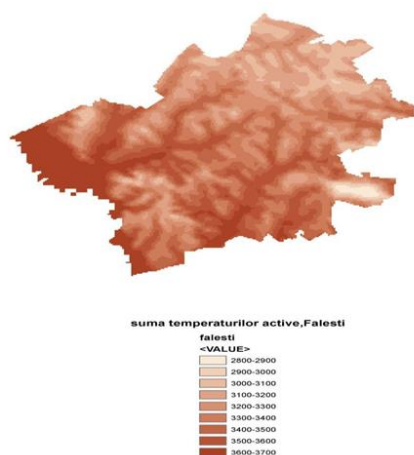
Astfel, arealele favorabile în cultivarea florii soarelui pe teritoriul Republicii Moldova sunt înregistrate în partea de nord ca optime, stabile în partea centrală și instabile în partea de sud a țării. După părerea noastră, arealele optime în partea de nord a țării sunt determinate de condițiile optime de umiditate și de tendința de creștere a temperaturii manifestată la nivel regional. În partea sudică a țării, dimpotrivă, creșterea fondului termic și limitarea condițiilor de umiditate contribuie la variabilitatea semnificativă a recoltei de la an la an.

Drept exemplu al repartiției diferențiate în spațiu a resurselor agroclimatice pot servi modelele cartografice obținute la nivel de raion administrativ, care relevă variabilitatea resurselor de căldură și de umiditate exprimate prin suma temperaturilor active și cantitatea anuală a precipitațiilor atmosferice din perioada actuală (1980-2014). Ca teritorii cheie au fost selectate două raioane din cadrul bazinului Prut: raionul Fălești (în partea de nord) și raionul Leova (în sudul țării).

Specificăm faptul, că deși raionul Fălești se află în partea de nord a țării, valurile de căldură, care se manifestă cu regularitate în ultimii ani au contribuit la schimbarea esențială a condițiilor climatice actuale din cadrul acestui raion. În acest context, menționăm că potrivit datelor Serviciului Hidrometeorologic de Stat, valoarea maximă absolută a temperaturii aerului de 42.40C pe teritoriul Republicii Moldova a fost înregistrată la Fălești în 2012. Tot în ultimii ani, în cadrul acestui raion se observă un proces de aridizare mai pronunțat comparativ cu alte raioane amplasate în nordul țării, ceea ce la părerea noastră se explică prin traiectoria manifestării mai frecvente a suhoveiurilor în această regiune. În partea de sud a țării, raionul Leova, se caracterizează prin unele din cele mai semnificative altitudini din regiunea de sud a țării (Colinele Tigheciului), care în mare măsură contribuie la redistribuirea în spațiu a cantităților de precipitații.

Deci, ținând cont de influența factorilor fizico-geografici în redistribuirea resurselor de căldură și umiditate enunțate mai sus au fost obținute modelele cartografice de redistribuire ale acestora, demonstrând o mare variabilitate în spațiu la nivel local.

Așadar, în limitele raionului Fălești, suma temperaturilor active, indicatorul principal al resurselor de căldură pentru creșterea și dezvoltarea florii soarelui variază de la 2800°C...2900°C pînă la 3600...3700°C (fig.4.7).

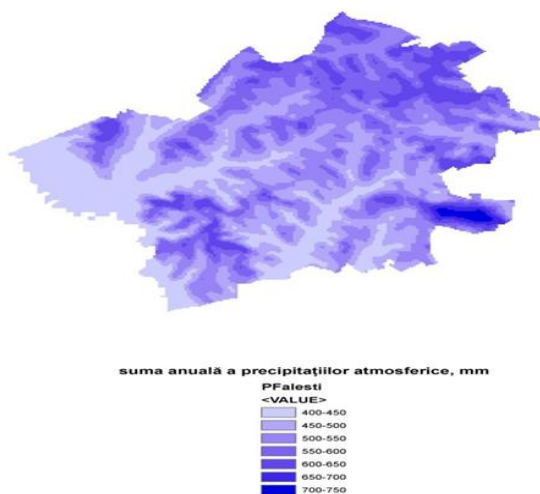


**Fig.4.7.** Repartiția spațială a sumei temperaturilor active, r-nul Fălești

O bună parte din teritoriu, suma temperaturilor active este de peste 3000°C, ceea ce este extrem de important să se țină cont la revizuirea soiurilor de floarea soarelui și la posibilitatea amplasării corecte în teritoriu a semănăturilor, ținând cont de valorile actuale înregistrate.

Cantitatea anuală a precipitațiilor atmosferice (fig.4.8), unul din indicatorii de bază ce caracterizează resursele de umiditate în raionul Fălești variază între 400-

450mm și până la 750mm pe areale mai restrânse (la altitudini). În limitele arealelor, unde suma temperaturilor active este mai mare, cantitatea precipitațiilor este mai redusă (400-450mm). Ținând cont de faptul, că cantitatea medie anuală pe republică este de 540 mm, conchidem că în general teritoriul raionului este bine asigurat cu resurse de umiditate, excepție fac doar unele areale, unde deficitul pluviometric poate constitui 200mm. De aceea, considerăm că rezultatele obținute ar putea contribui esențial la adaptarea adecvată a acestei ramuri către noile condiții climatice.

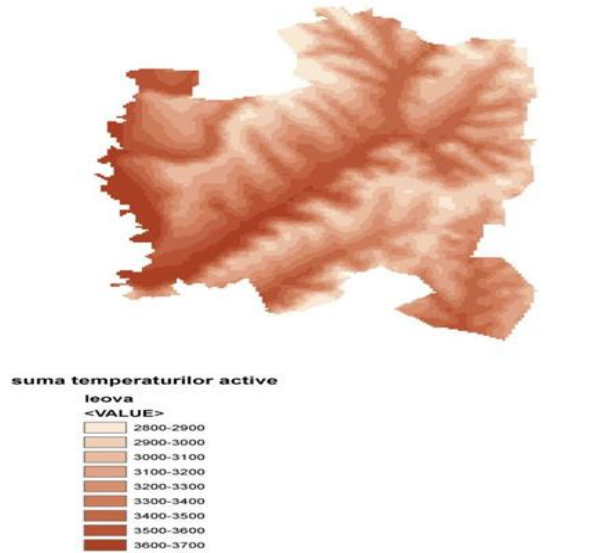


**Fig.4.8.** Repartiția spațială a cantității anuale a precipitațiilor atmosferice, r-nul. Fălești

În partea de sud a țării, în limitele raionului Leova suma temperaturilor active, variază de la 2900°C-3000°C (sub 2900°C au o manifestare insulară, adică pe areale mici) până la 3600-3700°C (fig.4.9).

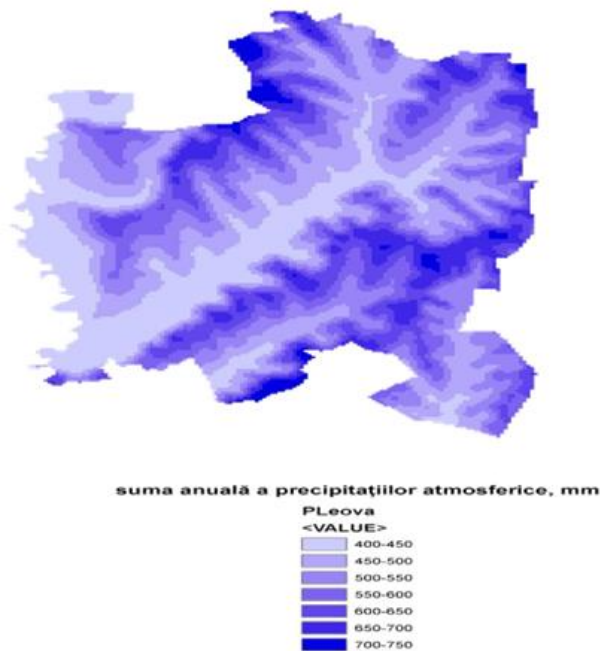
Dar, în același timp, pe o bună parte din teritoriu, suma temperaturilor active este de peste 3300-3500°C, ceea ce este extrem de important să se țină cont la omologarea soiurilor de floarea soarelui care să țină cont de fondul termic ridicat al raionului. Posibilitatea revizuirii asolamentului, ținând cont de resursele de căldură semnificative și de deficitul pluviometric din cadrul acestui raion, ar putea contribui la sporirea randamentului acestei culturi, în legătură cu specificul climei actuale a raionului.





**Fig.4.9.** Repartiția spațială a sumei temperaturilor active, r-nul Leova

Cantitatea anuală a precipitațiilor atmosferice (fig. 4.10.), unul din indicatorii de bază ce caracterizează resursele de umiditate în raionul Leova pe o bună parte din teritoriu variază de la 400-450mm, constituind mai puțin cu 90-140 mm, decât media pe țară (540 mm). La altitudini, pe arii extrem de neînsemnate, cantitatea acestora constituie 750 mm.



**Fig.4.10.** Repartiția spațială a cantității anuale a precipitațiilor atmosferice, r-nul Leova

În concluzie constatăm, că marea variabilitate spațială a resurselor de căldură și umiditate în contextul schimbărilor climatice determină necesitatea adaptării corecte a florii soarelui către aceste schimbări, prin revizuirea asolamentului și prin amplasarea corect teritorială a semănăturilor, ținând cont de specificul teritoriului Republicii Moldova.

## CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI

Au fost evidențiate tendințele de manifestare spațio-temporară a fazelor fenologice la floarea-soarelui. S-a constatat că gradul actual de asigurare cu resurse termice a determinat o micșorare în timp a întregii perioade de vegetație cu 9-14 zile și totodată o scurtare a duratei perioadelor ontogenetice [18].

Au fost evaluate resursele termice și hidrice înregistrate în fazele ontogenetice de dezvoltare. S-a constatat că pentru teritoriul Republicii Moldova asigurarea optimului termic a culturii de floarea-soarelui, în aspect spațial, constituie 18,9°C, ceea ce este cu 0,70C mai mult față de perioada anilor 1960-1980. În același timp constatăm, că în partea de sud și sud-est acest optim este depășit cu 0.8°C. Iar în extremitatea de nord-vest a țării această valoare nu este atinsă tocmai cu 1,7°C [19].

Variabilitatea spațială a resurselor de umiditate pentru teritoriul republicii constituie 340-450 mm ceea ce în mare măsură asigură cantitatea necesară de precipitații. Astfel, în partea de nord precipitațiile atmosferice variază în limitele 400-450 mm și până la 750 mm pe areale mai restrânse, iar în partea de sud a țării constituie variază de la 400-450 mm, constituind mai puțin cu 90-140 mm față de media pe țară (540 mm). În același timp, se atestă o alternare a perioadelor umede cu cele uscate, cele din urmă manifestându-se cu o intensitate sporită [16, 17].

A fost determinat impactul secetei asupra valorii productivității florii-soarelui utilizând indici complecși propuși de OMM (SPI, SPEI). S-a constatat, impactul secetelor asupra formării valorii productivității culturii de floarea-soarelui cu precădere în perioada de formare a colotidiului și perioada de umplere a semințelor este mult mai evident. Drept exemplu poate servi anul 2007 când valoarea productivității a constituit doar 6.7 q/ha față de media multianuală de 15,6 q/ha din ultimii 35 ani (1980-2014) [61].

Estimarea gradului de ariditate prin intermediul Izu în lunile mai-august a demonstrat că în ultimii ani pe teritoriul Republicii Moldova s-au stabilit perioade uscate semnificativ (2.1-3.0) și periculoase (3.1-4) pentru creșterea și dezvoltarea florii-soarelui. Cele din urmă au determinat și cele mai mici valori ale recoltei menționată anterior [23].

A fost estimată variabilitatea climatică a productivității florii-soarelui și delimitate arealele de favorabilitate și de stres în cultivarea florii-soarelui pe teritoriul Republicii Moldova. S-a constatat că arealele favorabile în cultivarea florii soarelui pe teritoriul Republicii Moldova sunt: în partea de nord optime (Cv 0.20-0.24), moderat și relativ stabile în partea centrală (Cv 0.25-0.34) și instabile (Cv >0.35) în partea de sud a țării. La părerea noastră, arealele moderat și relativ optime în partea de nord a

țării sunt determinate de condițiile optime de umiditate și tendința de majorare a regimului termic. În partea sudică a țării, dimpotrivă, creșterea fondului termic și limitarea condițiilor de umiditate contribuie la variabilitatea semnificativă a recoltei de la an la an.

## BIBLIOGRAFIE

1. Agricultura ecologică. Proiectul „Promovarea conceptului agriculturii ecologice în R. Moldova”. Chișinău, 2002
2. Apetrei M., Groza O., Grasland C., Elemente de statistică cu aplicații în geografie. Editura Universității „Al.I.Cuza” Iași, 1996.
3. Bălănuță M. Bazele agronomiei. Chișinău, ARC, 1998. p.296-304
4. Bâlțeanu Gh. Fitotehnie. – București: Ed Ceres, 1999.p.9-29
5. Bâlțeanu Gh., Bîrnaure V. Fitotehnie. București: Editura “Ceres”, 1989
6. Bîrnaure V. Fitotehnie, Institutul Agronomic Nicolae Bălcescu, București  
1976
7. Boian I. Riscul de căldură și singularităților termice pozitive în Republica  
Moldova. Mediul Ambient. 2010. Nr 2. P. 45-47.
8. Boian I. Secetele în Republica Moldova devin tot mai frecvente și mai intensive Mediul Ambient. 2011. Nr 6. P. 40-44.
9. Bucur Gh. Tehnologia intensivă de cultivare a florii-soarelui, producția și calitatea semințelor. Lucrări științifice, vol. 4, Chișinău, 1996
10. Budoii Gh. ș.a. Agrotehnica. București: Ed. Ceres, 1996.
11. Cazac V., Daradur M., Nedealcov M. Clima actuală în Republica Moldova și tendințele ei de schimbare (Temperatura aerului). Mediul Ambient. Revista științifică de informație și cultură ecologică. Chișinău, 2005, nr. 4
12. Ceapoiu N. Metode statistice aplicate în experiențele agricole și biologice Editura Agro-Silvică București 1968
13. Ciulache S. Aspecte metodologice ale cercetării climatologice, “Comunicări de Geografie”, vol. IX, Editura Universității din București, 2005, p. 108-111.
14. Cojocari R. Dinamica productivității culturii de floarea-soarelui în condițiile climatice ale Republicii Moldova. Materialele Simpozionului jubiliar internațional „Mediul și dezvoltarea durabilă” 70 ani de la fondarea Facultății Geografie de la Universitatea de Stat Tiraspol. Chișinău. Labirint, 2009, p. 49-53.
15. Cojocari R. Componenta climatică factor determinant în formarea valorii recoltei la cultura de floarea-soarelui. Академику Е. К. Федорову – 100 лет: Сборник научных статей. Academician Eugene Fiodorov – 100 years: Collection of Scientific Articles. Eco-TIRAS, Бендеры, 2010. p.51-54
16. Cojocari Rodica Estimarea resurselor de umiditate din perioada de creștere și dezvoltare a florii-soarelui. Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. Chișinău nr.2 (323), 2014, p.171-177
17. Cojocari R. Particularitățile teritoriale și variabilitatea climatică a valorii recoltei la cultura de floarea-soarelui Simpozionul Științific Internațional „Agricultura Modernă – Realizări și Perspective” consacrat aniversării de 80 de ani de la Înființarea Universității Agrare de Stat din Moldova Lucrări Științifice Vol. 39 Agronomie și ecologie Chișinău 2013, p.128-132

18. Cojocari R. Evidențierea rolului factorilor climatici în formarea productivității culturii de floarea-soarelui pe teritoriul Republicii Moldova *Lucrări Științifice* Vol. 41 *Agronomie Chișinău*, 2014 p.20-23
19. Cojocari R. Condițiile de formare a recoltei culturii de floarea-soarelui în contextul schimbărilor climatice Conferința Internațională „Mediul și schimbarea climei: de la viziune la acțiune”. Chișinău, 5-6 iunie 2015. p. 40-44. ISBN 978-9975-9898-7-9.
20. Constantinov T., Daradur M., Nedeaľcov M. Monitoringul climei regionale și tehnologiile informaționale. *Analele șt.a univ.”Al.I.Cuza”*, XLIX, SII, Iași. 2003.
21. Constantinov T., Nedeaľcov M., Daradur M., Raileanu V. Unele aspecte în modificarea regimului termic pe teritoriul Republicii Moldova. *Buletinul A.Ș.M. Științele Vieții*. Chișinău, 2006, nr. 2 (299), p. 161-165.
22. Constantinov T., Nedeaľcov M., Daradur M., Răileanu V. Unele aspecte în modelarea spațială a radiației directe pe teritoriul Republicii Moldova. *Analele științifice ale universității “Al.I. Cuza” (serie nouă). Geografie (supliment). Lucrările simpozionului “Sisteme Informaționale Geografice”*. Iași: Ed. Universitatea “Al. I. Cuza”, 2005, nr.11, p. 113-119.
23. Duca M., Nedeaľcov M., Cojocari R., Gămureac A. Plasticitatea ecologică a culturii de floarea-soarelui pe teritoriul Republicii Moldova, în condițiile climei actuale *Materialele Simpozionului Internațional Sisteme Informaționale Geografice Ediția XXII-a Chișinău*, 2015, p.34-37
24. Hera C., Sin Gh., Toncea I. *Cultura florii-soarelui „Ceres”* București. 1989, p. 40-47
25. Mihailescu C. *Clima și hazardurile Moldovei – evoluția, starea, predicția Chișinău.*: Licorn, 2004, 192 p.
26. Moraru Ș. *Cultura florii soarelui. Îndrumar pentru fermieri*. Chișinău: Tipografia Centrală, 1999 34 p.
27. Moraru Ș. *Tratat de fitotehnie*. Iași: Ed. Dosoŧtei, 1998
28. Nedeaľcov M. *Resursele agroclimatice în contextul schimbărilor de climă*. Institutul de Ecologie și Geografie; Academia de Științe a Moldovei. Ch.:S.n., 2012, Tipografia „Alina Scorohodova”. 286 p.
29. Nedeaľcov M. *Cu privire la corelarea elementelor productive a sîmburoaselor cu indicii climatici ce caracterizează iernarea lor*. *Lucrare deponată*. Nr. 1694 M 99. ICȘIIE. Chișinău, 1999.
30. Nedeaľcov M. *Fundamente teoretice privind standardizarea indicilor agroclimatici*. *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei Științele Vieții* , nr. 3 (309), 2009, p. 157-161.
31. Nedeaľcov M. *Metodologia utilizării diferitor tipuri de distribuții teoretice în estimarea parametrilor agroclimatici*. *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei Științele Vieții* nr. 2 (308), 2009, p. 132-136.
32. Nedeaľcov M. *Tehnologie SIG în estimarea resurselor agroclimatice ale Republicii Moldova*. *Buletinul Institutului politehnic din Iași*,

Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” Tomul LV (LIX) fasc. 1 Secția Hidrotehnică, 2009, p.19-27.

33. Nedeačov M. Variabilitatea climatică a recoltei sîmburoaselor în Republica Moldova. Lucrare deponată Nr. 1695- M 99. ICȘIIE. Chișinău, 1999.

34. Nedeačov M., Castravet T., Adamenko T. The agro-climatic zoning within the Dniester river basin using GIS technologies Materialele Simpozionului Internațional „Sisteme Informaționale Geografice” Ediția XXII-a Chișinău, 2105. p. 17-22

35. Nicolae H. Influenta epocii și densității de semănat asupra producției de semințe la floarea - soarelui Prod Veget. Cereale, Plante Tehn., 1979. № 3. p. 26-33.

36. Panaitescu L. Fitotehnie - Plante oleaginoase - Plante textile București: Editura Universitară, 2009, p. 7-24

37. Patriche C. V. Abordarea pe baze statistice a problemei spațializării informației climatice, vol. Indici și metode cantitative utilizate în climatologie, coord. Sorin Cheval, Edit. Univ din Oradea. 2003.

38. Patriche Cristian Valeriu Evaluarea biofizică și tehnică a terenurilor agricole. Iași: Terra Nostra”, 2003. 236 p.

39. Patriche Cristian Valeriu Metode statistice aplicate în climatologie. Iași: Editura „Terra Nostra”, 2009. 156 p.

40. Pelin P. Liviu-Ioan Fenomenul de secetă din Cîmpia Moldovei. Autoreferat al tezei de doctor. a. 2015.

41. Popovici N., Biali G. Sisteme geoinformaționale. Principii generale și aplicații, Edit. Gh. Asachi”, Iași, 2000, 131 p.

42. Rotaru T. Ameliorarea florii-soarelui în Republica Moldova Chișinău

43. Samuil C. Agricultură ecologică Iași, 2007. p. 46-60

44. Sofroni V., Mangul I., Lupașcu, Lola M. Caracterizarea secetelor în Moldova și măsurile de atenuare a consecințelor lor. Secetele, prognozarea și atenuarea consecințelor. Chișinău, 2000. p. 14-21.

45. Starodub V. Fitotehnie Chișinău 2011 p. 426-447

46. Stefan M. Fitotehnică florii - soarelui și rapiței, Craiova. Editura Universitaria, 2009, 170 p.

47. Ștefan V., Ion Viorel, Ion Nicoleta, Dumbravă Marin, Vlad Virgil Floarea-soarelui. Buzău: ALPHA MDN. 2008, p. 104-129

48. Tabara V. Fitotehnie, vol. I, Plante tehnico-oleaginoase și textile, Timișoara Editura Brumar, 2005

49. Vrînceanu Alexandru-Viorel Floarea-soarelui. Editura Academiei Republicii Socialiste România, 1974, 322 p.

50. Vrînceanu Alexandru-Viorel Floarea-soarelui hibridă Ceres 2000 p. 192-202 și p.203-214

51. Vronschih M. ș.a. Floarea soarelui. Îndrumări metodice, Chișinău: Ed. „ACSA”, 2002

52. Alley, W.M. 1984. The Palmer Drought Severity Index: Limitations and assumptions. Journal of Climate and Applied Meteorology 23:1100–1109.

53. Climate Change 2007. The Scientific Basis, Fourth Assessment Report. Cambridge University Press, Cambridge U. K., 940 p.
54. Constantinov T., Daradur M., Nedeaľcov M., Răileanu V., Mleavaia G., Ignat M. Change of climate and risk of climatic disasters (Example for republic of Moldova). Conference of water observation and information system for decision support, Ohrid, Republic of Macedonia, A-126, 23-26 May, 2006 www.balwois.net .
55. Daradur M., Nedeaľcov M. Monitoring and dynamics of climatic extremes. Zesz. Nauk. Uj, Prace Geogr., 108, p.125-130.
56. Evapotranspiration Index – SPEI ”Spanish National Research Council, CSIC, Zaragoza, Spain
57. Haidu I. Extremes climatiques: genese, modelisation et impacts, Cluj Editor University Press, 2009, 500 p.
58. Haidu I. Spatialisation des informations climatiques dans un periurbain de relief variee. Climat Urbain, Ville et Architecture. Universita degli Studi di Genova, Facolta di Architettura, 2005, 213-216p.
59. McKee, T.B., N.J. Doesken, and J. Kleist, 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. Preprints, 8th Conference on Applied Climatology, 17-22 January, Anaheim, CA, p. 179-184.
60. McKee, T.B., N.J. Doesken, and J. Kleist, 1995. Drought monitoring with multiple time scales. Preprints, 9th Conference on Applied Climatology, 15-20 January, Dallas, TX, p. 233-236.
61. Nedeaľcov M., Răileanu V., Sîrbu R., Cojocari R. The use of standardized indicators (SPI and SPEI) in predicting dgoughts over the Republic of Moldova territory PESD, vol.9, no.2, 2015.
62. Palmer, W.C., Meteorological Drought. Research Paper No. 45, U.S. Department of Commerce Weather Bureau, Washington D.C. 1965.
63. Sergio M. Vicente-Serrano, Santiago Beguería and Juan I. López-Moreno Applicability of drought indices to monitor multi-sector impacts: “The Standardized Precipitation
64. Абрамов.Н.В. Биоэнергетическая оценка севооборотов для хозяйств зерновой специализации / Н.В. Абрамов, Г.П. Селюкова Аграрная наука, 1998 №2. с.20-22.
65. Агробιολογические основы выращивания сельскохозяйственных культур в Саратовской области Под ред. Н.И. Кузнецова, М.Н. Худенко и др. 2-е изд. Саратов: изд-во Саратов. ГАУ, 2003. 260 с.
66. Агроклиматические ресурсы Молдавской ССР. Л., Гидрометеοиздат, 1982. 198 с.
67. Алексеев А.П. Изучение особенностей развития и роста подсолнечника и новые пути получения скороспелых низкорослых форм этого растения. Масличные и эфиромасличные растения. М.: Сельхозиздат, 1963. С. 235-247.
68. Анащенко А.В. К систематике рода Helianthus L. Ботанический журнал, 1974. Т.59, № 10. С.1472-1481.
69. Андрюхов В.Г. Подсолнечник М.: Россельхозиздат, 1975. 68 с.



70. Андрюхов В.Г., Иванов Н.Н., Туровский А.И. Подсолнечник. Москва, Россельхозиздат, 1975
71. Ацци Дж. Сельскохозяйственная экология. Пер. с англ. М.: Изд-во иностр. лит. 1959, 470 с.
72. Багров Н. А. Климатический процесс как случайное блуждание. Метеорология и гидрология. № 9. 1995, с. 41-51.
73. Багров Н. А. О метеорологическом индексе урожайности. Метеорология и гидрология. № 11. 1983, с. 92-99.
74. Балов В.К. Продуктивность подсолнечника в зависимости от качества сева Земледелие. 2003. № 4. с. 20-21
75. Барат Н.И. Наш опыт Масличные культуры. 1985. № 4 . с. 21-22.
76. Бобков В.А. Вопреки засухе Масличные культуры. 1985. IV» 6. 14-15.
77. Борисоник З.Б. Подсолнечник Киев: Урожай, 1981. 75 с.
78. Борисоник З.Б. Подсолнечник. Киев: Урожай, 1985. 60 с.
79. Борисоник З.Б., Ткалич И.Д., Науменко Л.И. и др. Подсолнечник Издательство «Урожай» 1981 с. 10-29
80. Буряков Ю.П. Агротехника возделывания подсолнечника. М: Колос. 1973. 124 с.
81. Буряков Ю.П. Агротехника возделывания подсолнечника М.: Высшая школа, 1977. 176 с.
82. Бюллетень научно-технической информации по масличным культурам ВНИИМК 1975. Вып. 1. 20 с.
83. Вавилов Н.И. Пять континентов (Повесть о путешествиях за полезными растениями по основным земледельческим районам земли). М: Мысль, 1987.
84. Вавилов П.П. Растениеводство. М.: Колос, 1986. 344 с.
85. Васильев Д.С. Агротехника подсолнечника. М.: Колос, 1983. 97 с.
86. Васильев, Д.С. Подсолнечник М.: ВО Агропромиздат, 1990. 174 с.
87. Вронских М.Д., Ресенко Е.И. Подсолнечник в Молдавии. Кишинев: Карта молдовеняскэ, 1980
88. Гаврилова В.А., Анисимова И.Н. Генетика культурных растений. Подсолнечник. Санкт-Петербург, 2003
89. Геминтерн В., Манелля А. и др. Анализ динамики урожайности и возможности оценки видов на урожай. В кн. Использование математических методов и вычислительной техники в сельском хозяйстве. М., Экономика, 1968. с. 220-226.
90. Гольцберг И.А. Агроклиматическое районирование территорий административных областей. Обнинск, 1967. с. 52-79.
91. Губанов, Я.В. Технические культуры. М.: Агропромиздат, 1986. 287 с.
92. Давитая Ф.Ф. Исследование климатов винограда в СССР и обоснование их паркового использования. М.: Л.: Гидрометеиздат, 1952. 304 с.

93. Дарадур М. И. Изменчивость и оценки риска экстремальных условий увлажнения. Кишинёв, 2001. 160 с.
94. Дарадур М. И. Изменчивость и оценки риска экстремальных условий увлажнения. Издание второе, Кишинёв, 2005, 200 с.
95. Дарадур М.И. Влияние аномальных агрометеорологических условий на продуктивность озимой пшеницы новых сортов и учет их в прогнозах ее урожайности. - Автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. геогр. наук. М., 1992.
96. Дарадур М.И. Влияние высоких температур и режима осадков на продуктивность новых сортов озимой пшеницы в аномальные годы. Труды НИИ ГМЦ России, вып. 325. Л: Гидрометеиздат, 1990. с. 106-116.
97. Дарадур М.И., Константинова Т.С Закономерности динамики прогноз региональных засух Secetele: pronosticarea și atenuarea consecințelor Conferința Națională științifico-practică Chișinău 2000. p. 125-126 (repartiția Puasson a secetelor)
98. Дарадур М.И., Константинова Т.С. Влияние изменений климата на теплообеспеченность зерновых культур в условиях Молдовы. //Геозокологические исследования в республике Молдова. Кишинев – 1994.- С. 47-53.
99. Дмитренко В.П. Метод расчета урожайности озимой пшеницы на территории УССР. Труды УкрНИГМИ. 1975. Вып. 139. с. 3-14.
100. Дмитренко В.П. О новой методике прогноза урожайности озимой пшеницы по УССР и МССР. Труды Укр. регион. НИИ Госкомгидромета. 1985. №. 213. с. 3-17.
101. Дмитриевский Ю.Д. Природный потенциал и его количественная оценка. Известия В.Г.О.1971. Вып.1. с. 41-47.
102. Дмитриенко В.К. Масличные культуры. 1985. IV 1. с.14-17.
103. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат. 1985. 345 с.
104. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва, Колос, 1979.
105. Дюбин В.Н., Новикова М.В., Сербии А.Д. Агроклиматическая оценка высоты растений сортов озимой пшеницы / / Бюллетень ВИР. 1993. Вып.231. С.6-10.
106. Есенчук Н.И., Гриднев Е.К. Интенсивная технология производства подсолнечника. М.: Агропромиздат. 1992. 88 с.
107. Жданов Л.А. Биология подсолнечника Ростов, 1950. - 36 с.
108. Жданов Л.А., Барцинский Р.М., Лященко И.Ф. Биология подсолнечника. Ростовское областное книгоиздательство 1950.
109. Жуков В.А., Полевой А.Н., Витченко А.Н., Данилов С.А. Математические методы оценки агроклиматических ресурсов. Л., Гидрометеиздат. 1989. 207 с.
110. Жуковский П.М. Культурные растения и их сородичи. Л.: Колос, 1971.

111. Зинченко, Б.А. Подсолнечник - эффективная культура Масличные культуры. 1987. IVb 3. с.12-14.
112. Ильина А.И. Влияние затенения на рост и развитие подсолнечника. Краткий отчет о научно-исследовательской работе ВНИИМК за 1956 год. Краснодар.1957.с.179-182.
113. Каушила К. Микроклимат и его учет в сельскохозяйственном производстве. Ленинград, Гидрометеиздат, 1981, 142 с.
114. Каюмов М.К. Программирование урожаев. М.: Московский рабочий., 1986. 82 с.
115. Клейнен Дж. Статистические методы в имитационном моделировании. М.:Статистика, 1978. 218 с.
116. Климат Молдовы в 21 веке. Проекция изменений, воздействий, откликов. Под ред. Р. Коробова. Кишинев, 2004. 316 с.
117. Константинов А.Р. Испарение в природе Л.: Гидрометеиздат, 1963. 590 с.
118. Константинов А.Р., Астахов Н.И., Левенко А.А. Методы расчета испарения сельскохозяйственных полей. Л.: Гидрометеиздат, 1971, 126 с.
119. Константинова Т. С., Дарадур М.И. Изменение региональной климатической системы Молдовы. Температура воздуха (вековые и внутривековые колебания). Геоэкологические исследования в республике Молдова. Кишинев.1994. с. 41-47.
120. Константинова Т.С., Дарадур М.И, Недялкова М.И., Райлян В. Я. Изменения климата и режим неблагоприятных явлений погоды. Confer. Internațională Diminuarea impactului hazardelor naturale și tehnogene asupra mediului și societății, Chișinău, 6-7 octombrie 2005, с. 113-117
121. Коренев Г.В. Масличные и эфиромасличные культуры. Растениеводство под ред. Г.С. Посыпанова. М.: Колос, 1997. с.368-389.
122. Коровин А.И. Растения и экстремальные температуры, Ленинград. 1984, 171 с.
123. Коровин А.И. Роль температуры в минеральном питании растений. Л.: Гидрометеиздат, 1972. 284 с.
124. Краевский А.Н. Густота посева и урожай подсолнечника. Технические культуры. 1989. IVb 1. с.7-10.
125. Мельник Ю.С. Климат и произрастание подсолнечника. Л.: Гидрометиздат, 1972. 116 с.
126. Мельник Ю.С. Об использовании прогнозов теплообеспеченности для оценки водопотребления сельхоз. Культур при орошении. Тр. ГМЦ, в. 52. 1969
127. Мищенко З.А. Агроклиматология. Учебник. Киев КНТ, 2009. 501 с.
128. Морозов В.К. Агробиологические основы возделывания подсолнечника. Саратов, 1953. 216 с
129. Морозов В.К. Спутник солнца. Саратов. 1964. 84 с.

130. Морозов В.К. Подсолнечник в засушливой зоне. Саратов: Приволжское кн. изд-во. 1967. 185 с.
131. Обухов В.М. Урожайность и метеорологические факторы. М.: Госпланиздат, 1949. 316 с.
132. Пасечнюк Л.Е., Пасов В.М. Агроклиматические ресурсы и условия произрастания зерновых и зернобобовых культур в США. Л. Гидрометеиздат, 1989. 271 с.
133. Пасов В.М. Изменчивость урожаев и оценка ожидаемой продуктивности зерновых культур. Л., Гидрометеиздат. 1986. с. 152.
134. Пасов В.М. Климатическая изменчивость урожаев озимой пшеницы. Метеорология и гидрология. 1973. № 2. С. 94-103.
135. Педь Д.А. О показателе засухи и избыточного увлажнения. Тр. Гидрометцентра СССР. 1975. Вып. 156.- С. 19-36.
136. Перекальский В.П. Динамика влажности почвы при различном режиме орошения подсолнечника. Передовой производственный научно-технический опыт в технологии возделывания сельскохозяйственных культур: Сб. науч. работ. Вып. 3 СГАУ им. Н.И. Вавилова. Саратов, 2002. с. 10-19.
137. Полевой А.Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. Л. Гидрометеиздат, 1981. 175 с.
138. Прогноз климата Молдовы на начало XXI века. Под ред. Гольберга А.В. и Мищенко З.А.. - Кишинев, 1993.
139. Прогрессивная технология возделывания подсолнечника Картя молдовеняскэ, Кишинев 1988 с. 10-15
140. Пустовойт В.С. Приемы выращивания высокомасличных семян подсолнечника. «Селекция и семеноводство». №1. 1961. с.24-25.
141. Пустовойт, В.С. Избранные труды. М.: Колос, 1966. 368 с.
142. Рекомендации по индустриальной технологии возделывания подсолнечника. М.: ВАСХНИИЛ. 1982. 48 с.
143. Рекомендации. Биологические основы возделывания подсолнечника. Саратов: НИИСХ Юго-Востока, 2000. 61 с.
144. Руководство для пользователей стандартизированного индекса осадков ВМО-№ 1090 Всемирная Метеорологическая Организация, 2012
145. Руководство по климатологической практике № 100, Всемирная Метеорологическая Организация, 2011
146. Савицкий М.С., Николаев М.Е. Структура урожая зерновых культур в Белоруссии. Горки. 1974. 62 с.
147. Сапожникова С.А. Опыт интегральной сельскохозяйственной оценки климата социалистических стран Европы. Агроклиматическое районирование пяти основных сельскохозяйственных культур на территории социалистических стран Европы. София: Изд-ство Болгарской АН, 1976. с.30-36
148. Селянинов Г.Т. О сельскохозяйственной оценке климата. Труды по сельхоз. метеорологии. В. 20. 1928 с. 165-177
149. Семихненко П.Г. Агротехника подсолнечника Масличные и эфиромасличные культуры. М., 1963. с 330-326.

150. Семихненко П.Г. Дифференциация питания подсолнечника  
Зерновое хозяйство. 1975. IVb 4. с:36-37.
151. Семихненко П.Г. Культура подсолнечника Сельхозгиз, 1960.277 с.
152. Семихненко П.Г. Подсолнечник: М.: Колос, 1965. с.126
153. Семихненко П.Г., Ключников А.И., Токарев Т.М., Бартенев В.А.,  
Ягодкина В.И., Питерская А.М. Подсолнечник. 2-е изд. Москва, Колос. 1965 293  
с.
154. Семихненко П.Г.Подсолнечник. Агротехника высоких урожаев.  
Изд. 2-е. Москва, «Колос»,1965. 17-44 с.
155. Семихненко П.Г.Посев подсолнечника. М.: Колос, 1975. с.335-342.
156. Синская Е.Н. Исследования биологии развития и физиологии  
растений масличных и эфиромасличных культур. Масличные и  
эфиромасличные культуры. М.: Сельхозиздат, 1963. с. 229-250
157. Синягин И.И. Площади питания растений. М.: Колос, 1956. 342 с.
158. Сиротенко О.Д., Абашина Е.В. Динамические модели в  
агрометеорологии. Тр.ВНИИСХМ. В. 126, 1990. с. 3-11
159. Софрони В.Е., Бешлиу В.А. Модель пространственной  
экстраполяции сумм осадков для сельскохозяйственных целей.  
Агроклиматические ресурсы и микроклимат Молдавии. Кишинев, Штиинца,  
1988. с. 41-47
160. Софрони В.Е., Молдован А.И., Стоев В.А. Агроэкологические  
аспекты склонного земледелия. Кишинев, Штиинца, 1990. 195 с.
161. Таволжанский П.С. Рациональная система семеноводства  
подсолнечника. Опыт производства и реализации семян. Экономика сельского  
хозяйства. 1999, №12 с. 2-7.
162. Тимирязев К.А. Земледелие и физиология растений. Сочинения, т.  
3. М.: Сельхозгид. 1937, 355 с.
163. Тооминг Х.Г., Каринг П.Х. Агроклиматические условия и  
продуктивность сельскохозяйственных культур. Л. Гидрометеиздат, 1983. 105  
с.
164. Тюрина Е.Б. Обзор ситуации на Российском рынке подсолнечника  
и  
Растительного масла. Экономика сельскохозяйственных и  
перерабатывающих предприятий. 2000, №4 с.. 65-68.
165. Уланова Е.С. Агроклиматические условия и урожайность  
озимой пшеницы. Л., Гидрометеиздат. 1975. с. 301.
166. Уланова Е.С. Методы оценки агрометеорологических условий и  
прогнозов урожайности зерновых культур. Л., Гидрометеиздат.1988.с. 55.
167. Уланова Е.С., Забелин В.Н. Методы корреляционного и  
регрессионного анализа в агрометеорологии. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 206 с.
168. Федосенков М.А. Высокоэффективные гибриды на посевах  
подсолнечника и кукурузы 2000, №1. с. 37.

169. Чирков Ю.И. Агрометеорологические условия и продуктивность кукурузы Ленинград, Гтдрометеоиздат, 1969 237 с.

170. Шашко Д. И. Агроклиматическое районирование СССР по обеспеченности растений теплом и влагой. Вопросы агроклиматического районирования СССР.М.МСХ СССР, 1958, 335 с.