

**AMESTECUL DE GENOTIPURI – FACTOR TEHNOLOGIC
DE STABILITATE CANTITATIVĂ ȘI CALITATIVĂ A
PRODUȚIEI DE GRÂU CULTIVAT ÎN SISTEM ECOLOGIC
I. AMESTECUL DE GENOTIPURI – FACTOR DE STABILITATE
A PRODUȚIEI DE GRÂU ECOLOGIC**

**THE MIXTURES OF GENOTYPES – A QUANTITATIVE AND QUALITATIVE
STABILITY FACTOR OF ORGANIC WINTER WHEAT**

**I. THE MIXTURE OF GENOTYPES – A STABILITY FACTOR OF YIELD
OF THE ORGANIC WINTER WHEAT**

ION TONCEA¹, LIDIA CANĂ, OLGA STAN

Abstract

The study is, more or less, different of those which performed during 2007-2009 and published in 2010 by Toncea et al., as to:

- winter wheat genotypes: during 2010-2011: Boema 1 (S1), Apache (S2), 75%S1 (Boema 1) + 25%S2 (Apache) and 50%S1 (Boema 1) + 50%S2 (Apache), and Izvor (S1), Glosa (S2), 75%S1 (Izvor) + 25%S2 (Glosa) and 50%S1 (Izvor) + 50%S2 (Glosa) during 2012-2014;

- cropping system: 2 plots, one of them with annual plants in a four years crop rotation: soybean (S) - winter wheat (G) - sunflower (FLs) - maize (P), and since 2011, in parallel, the other plot cultivated previously (2007-2010) with alfalfa (L), and then with the same annual crops, in first year (2011), all after alfalfa (L), and in the next years in the same rotation of annual crops.

In this experiment we tested hypothesis that: (1) the mixture of two different winter wheat genotypes has high yield level and stability of it than pure genotypes; (2) the proportion of the wheat genotypes in the mixture one is durable in time; (3) the mixtures of winter wheat genotypes have the ability to control diseases.

According to our study results, is obvious that:

1. The yield of organic winter wheat, including of the mixture of genotypes is constantly and significantly influenced by genotype, being according of the genetic yielding potential and mixing ability of it, as well as by climate, soil and agrotechnics.

2. In ecological agriculture, the yield of the mixture of winter wheat genotypes is, often, equal or high, with about 230 kg/ha than yield of pure winter wheat genotypes.

3. The yield of the mixtures of organic winter wheat genotypes is, also, stable in space and time, having the lowest variation coefficients everywhere.

4. The mixture of winter wheat genotypes with the highest yield and the lowest variation coefficient of these in space and time is: 50-80%S1 + 20-50%S2, where S1 is the genotype with lowest yield potential and S2, the genotype with highest yield potential.

¹ Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare Agricolă Fundulea. E-mail: toncea@ricic.ro

5. Another beneficial effect of the mixtures of winter wheat genotypes is the significant decreasing of attack level of the *Septoria tritici* and *Puccinia recondita tritici*, and this is, maybe, the main explanation of the yield stability of winter wheat mixture.

6. The proportion of genotypes in the mixtures of winter wheat genotypes is relatively constant in time as number of stems and ears/m² and the weight of grains/m², these mixtures showing up as composite populations obtained by natural selection.

7. In ecological farming system, the highest wheat yields, including at mixtures of winter wheat genotypes is obtained in the 4 years crop rotations with wheat after soybean and on the plot cultivated previously with alfalfa.

8. The yield of the organic winter wheat genotypes, including of the mixture of genotypes is sensitive at any changes, favourable and unfavourable, of climate, landscape and previous crops.

Key words: winter wheat, genotype, mixtures of genotypes, (micro)landscape, yields.

Cuvinte cheie: grâu de toamnă, genotip, amestec de genotipuri, (micro)relief, producții de boabe.

INTRODUCERE

Amestecul de sămânță de la diferite genotipuri de grâu se folosește în industria morăritului în vederea îmbunătățirii calității făinii, prin amestecare boabelor unui soi de grâu mai slab din punct de vedere calitativ cu boabele altui soi, denumit ameliorator, bogat în proteine sau gluten de calitate bună. Folosirea la semănat de amestec de sămânță din două sau mai multe soiuri de grâu, se practică mai rar, iar în România deloc pentru că amestecul de soiuri nu este certificat ca sămânță din cauza cerințelor de Distinctivitate, Uniformitate și Stabilitate (DUS), iar culturile de grâu în care se folosește sămânță necertificată nu sunt subvenționate deși, cultivarea de amestecuri de soiuri este un factor de stabilitate a producției de grâu certificată ecologic (T o n c e a și colab., 2010), și de creștere a producției de grâu (S a r a n d o n & S a r a n d o n , 1995), precum și o soluție tehnică pentru a controla dăunătorii și agenții patogeni ai culturii de grâu ecologic (W o l f e , 1985; A l t i e r i , 1999; Z h u et al., 2000 – citați de C r e i s s e n et al., 2013).

Obiectivul acestui studiu a fost să testăm și să explicăm, dacă și de ce amestecul din câmp a două soiuri diferite de grâu, poate fi o alternativă de îmbunătățire a producției de boabe și a stabilității acesteia la grâul cultivat în sistem ecologic, dacă proporția dintre genotipurile componente ale amestecurilor de soiuri de grâu se menține și după mai mulți ani de cultivare și dacă amestecul de genotipuri este o soluție tehnică pentru a ține sub control bolile la grâu.

MATERIALUL ȘI METODA DE CERCETARE

Cercetările au fost efectuate în perioada 2010-2014 în câmpul de agricultură ecologică al INCDA Fundulea amplasat pe un sol cernoziom cu reacție (pH) moderat acidă (5,58-5,80) și aprovizionat mijlociu cu azot total (0,187-0,196 % N), slab – mijlociu cu materie organică (1,67-1,73% Ct) și cu fosfați accesibili plantelor (16,8-19,22 ppm P) și foarte bine cu potasiu asimilabil (228-245 ppm K).

Condițiile climatice din perioada de studiu au fost specifice climatului temperat – continental în care se află I.N.C.D.A. Fundulea, însă cu unele particularități pe toată

**Amestecul de genotipuri - factor tehnologic de stabilitate cantitativă și calitativă 111
a producției de grâu cultivat în sistem ecologic**

I. Amestecul de genotipuri – factor de stabilitate a producției de grâu ecologic

perioada de vegetație a grâului de toamnă (septembrie – august), în primul rând temperatura medie anuală a aerului (tabelul 1) care a fost cu 0,21-1,27 °C mai mare decât 10,70 °C, cât este media multianuală 1968-2009 și, mai ales, variabilitatea relativ mare, de la un an la altul a temperaturii medii lunare a aerului, care a fost, în fiecare lună, cu 0,09-2,23 °C mai mare decât media lunară multianuală, cu excepția lunii februarie în care s-a înregistrat o temperatură a aerului mai mică cu 1,19 °C decât media lunară pe 42 de ani. De asemenea, în fiecare an agricol din perioada de studiu, cea mai friguroasă lună a fost ianuarie și cele mai călduroase, iulie și august.

Tabelul 1

**Temperaturi medii lunare, anuale și multianuale ale aerului (°C) înregistrate
la I.N.C.D.A. Fundulea în perioada 2009-2014 și 1968-2009**

(Monthly, annual and multiannual average of air temperature (°C) registered at NARDI Fundulea during 2009-2014 and 1968-2009)

Anul agricol	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Media
2009-2010	18,5	12,1	7,5	-0,5	-3,9	-0,9	5,0	11,9	17,5	21,7	23,6	25,42	11,49
2010-2011	18,2	8,9	10,7	-0,7	-3,2	-2,6	5,0	10,3	16,3	21,2	23,7	23,17	10,91
2011-2012	20,8	10,2	3,3	2,8	-1,4	-7,3	5,5	14,2	18,0	23,3	27,3	25,17	11,82
2012-2013	19,4	14,0	6,7	-1,9	-2,1	2,4	4,8	13,1	18,9	21,6	23,0	23,71	11,97
2013-2014	16,7	11,4	7,9	-0,5	-0,5	1,1	8,4	11,3	16,5	19,6	22,8	23,71	11,53
2009-2014	18,72	11,32	7,22	-0,16	-2,22	-1,46	5,74	12,16	17,44	21,48	24,08	24,24	11,55
1968-2009	17,20	11,23	5,07	-0,24	-2,38	-0,27	4,67	11,09	16,89	20,60	22,54	22,01	10,70

În ceea ce privește precipitațiile atmosferice, remarcăm regimul pluviometric lunar (tabelul 2), apreciat conform calificativelor propuse de Stoica (2009), ca deficitar, precum anul agricol 2011-2012 în care au fost 8 luni de secete severe, din septembrie până în decembrie, din care cauză grâul a răsărit sub zăpadă, din martie și aprilie 2012, care au afectat împăierea și din iunie și iulie 2012 care au influențat negativ formarea și umplerea boabelor, dar și excedentar precum anul 2013-2014, ca urmare a cantității de precipitații mai mari cu circa 78 mm decât media multianuală 1968-2009, mai ales ploile din perioada septembrie – octombrie care au întârziat semănatul și de la împăiere – înflorit (aprilie – iunie), care au favorizat atacul de agenți patogeni și implicit au influențat semnificativ negativ producția de boabe.

Anii cei mai favorabili pentru cultura grâului de toamnă din punct de vedere pluviometric au fost 2011 și 2013. În anul agricol 2010-2011, grâul de toamnă s-a semănat și a răsărit și înfrățit în toamnă, urmare a surplusului ușor de precipitații din luna octombrie 2010, a iernat în condiții optime ca urmare a precipitațiilor abundente, mai ales sub formă de zăpadă din lunile decembrie 2010 și ianuarie 2011, și-a reluat vegetația în a doua decadă a lunii martie 2011, a crescut și s-a dezvoltat până la maturitate pe seama rezervei de apă de la desprimăvărare și a precipitațiilor abundente din lunile mai și iunie 2011 și s-a recoltat bine și fără pierderi ca urmare a lipsei precipitațiilor din lunile iulie și august 2011. În anul agricol 2012-2013, grâul s-a semănat și a răsărit și înfrățit în toamnă

ca urmare a precipitațiilor apropiate de media multianuală din luna septembrie 2012, a iernat relativ bine datorită precipitațiilor abundente sub formă de zăpadă din perioada decembrie 2012 – februarie 2013, și-a reluat vegetația puțin mai târziu, la sfârșitul celei de-a doua decade a lunii martie 2013 și a crescut și s-a dezvoltat bine până la maturitate, dar regimul pluviometric excesiv de ploios din lunile mai, iunie și iulie a favorizat atacul de agenți patogeni și a îngreunat recoltatul.

Tabelul 2

Calificative ale regimului pluviometric lunar
(Qualificatives of the monthly rain regime)
Fundulea, 2009-2014

Anul agricol	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
2009-2010	S1	P3	S4	P2	P3	P4	N	N	S3	P3	P3	S3
2010-2011	S3	P1	S4	P4	P3	S3	S4	S3	P2	P3	S1	S3
2011-2012	S4	S3	S4	S3	P4	P3	S4	S2	P4	S4	S4	N
2012-2013	N	S2	S4	P4	P3	P4	S2	S1	P4	P4	P3	S3
2013-2014	P4	P4	S3	S4	N	S4	N	P4	P4	P4	S2	S3

N – normal (+,-10%); P1 – puțin ploios (+11-20%); P2 – ploios (+21-30%); P3 – foarte ploios (+31-50%); P4 – Excesiv de ploios (>50%); S1 – puțin secetos (-11-20%), S2 – secetos (-21-30%); S3 – foarte secetos (-31-50%); S4 – excesiv de secetos (< -50%).

Primul an de studiu, 2009-2010 a fost relativ ploios de la semănat până la recoltat, cu șase luni ploioase – decembrie 2009, foarte ploioase: octombrie 2009, care au întârziat semănatul, ianuarie, care au asigurat iernarea grâului fără pierderi semnificative de plante și iunie – iulie 2010, din perioada de umplere a bobului – maturitate care au favorizat încolțirea boabelor în spic și au întârziat recoltatul și excesiv de ploioasă – februarie 2010, mai ales sub formă de zăpadă care a protejat plantele de grâu de ger. În restul perioadei de referință, regimul de precipitații a fost normal, apropiate de media multianuală, în lunile de primăvară (martie și aprilie 2010) și secetos – în septembrie 2009, foarte secetos în mai și august 2010 și excesiv de secetos în noiembrie 2009, însă plantele de grâu nu au suferit ca urmare a rezervei de apă din sol acumulată în lunile ploioase.

Tehnica experimentală:

Aceste cercetări sunt o continuare a celor efectuate în perioada 2007-2009 și publicate în anul 2010 (T o n c e a și colab., 2010).

a. Tip experiență: experiență de câmp de lungă durată organizată într-un asolament cu două sole, una cu plante anuale și alta cu lucernă, o plantă perenă cu mai multe (4 în acest experiment) cicluri anuale de dezvoltare și o rotație de opt ani, cu plante anuale: soia (S) – grâu de toamnă (G) – floarea-soarelui (Fl.S) – porumb pentru boabe (P) și monocultură de lucernă (L) (tabelul 3). Până în anul 2011, după un ciclu de patru ani plantele anuale s-au cultivat în rotația de 4 ani, pe sola cu lucernă, iar lucerna pe sola cu plante anuale în monocultură de 4 ani. În perioada 2011-2014, sola cu lucernă a fost cultivată în întregime și din primul an cu plante anuale – soia, grâu de toamnă, floarea-soarelui și porumb, astfel încât în anul 2011 grâul de toamnă a fost cultivat după lucernă,

Amestecul de genotipuri - factor tehnologic de stabilitate cantitativă și calitativă 113
a producției de grâu cultivat în sistem ecologic
I. Amestecul de genotipuri – factor de stabilitate a producției de grâu ecologic

iar în anii următori (2012-2014) după soia, iar sola cu plante anuale a fost cultivată progresiv cu lucernă, în fiecare an câte 25% din suprafață și restul suprafeței cu plantele anuale care au mai rămas din rotație – soia, grâu și porumb în anul 2011, soia și grâu în 2012 și grâu în 2013, dar în fiecare an grâul a fost cultivat după soia. Așadar, în această ultimă perioadă de 4 ani a studiului, grâul a fost cultivat pe ambele sole, atât în cea cu plante anuale, cât și în cea cu lucernă, semnificația simbolurilor privind rotația din textul care urmează fiind următoarea: G/S – grâu cultivat după soia, G/L – grâu cultivat după lucernă, G/S/P – grâu cultivat după soia și soia după porumb, G/S/L – grâu cultivat după soia și soia după lucernă, G/S/P/Fl.S – grâu cultivat după soia, soia după porumb și porumbul după floarea-soarelui și G/S/P/L – grâu cultivat după soia, soia după porumb și porumbul după lucernă.

Tabelul 3

Asolament și rotații în experiența cu soiuri și amestecuri de soiuri de grâu
 (Crop rotations of the experiment)
 Fundulea 2007-2014

2007	L	L	L	L	Fl.S	G	S	P
2008	L	L	L	L	P	Fl.S.	G	S
2009	L	L	L	L	S	P	Fl.S	G
2010	L	L	L	L	G	S	P	Fl.S.
2011	G	S	P	Fl.S.	L	G	S	P
2012	Fl.S.	G	S	P	L	L	G	S
2013	P	Fl.S.	G	S	L	L	L	G
2014	S	P	Fl.S.	G	L	L	L	L

G – grâu, S – Soia, P – Porumb, Fl.S. – floarea-soarelui, L – lucernă.

b. Factori experimentali: 2, fiecare cu câte 4 graduări (tip 4x4) și 2 repetiții:

1. relief: 4 tipuri de microrelief: p1 – teren plan, p2 – frunte de pantă cu expunere sud-estică (SE), p3 – Crov, p4 – frunte de pantă cu expunere sud-vestică (SV);

2. soiuri și amestec de soiuri de grâu:

- 2010 – 2011: Boema 1 (S1), Apache (S2), 75%S1+25%S2, 50%S1+50%S2;
- 2012 – 2014: Izvor (S1), Glosa (S2), 75%S1+25%S2; 50%S1+50%S2.

Conform datelor din tabelul 4, soiurile Boema 1 și Apache sunt foarte diferite, atât ca perioadă de vegetație, cât și ca însușiri fenotipice (talie, capacitate de înfrățire, tip spic etc.), genotipice (reacția la factori abiotici și biotici) și ca potențial de producție, iar soiurile Izvor și Glosa sunt asemănătoare ca perioadă de vegetație și ușor diferite ca talie și forma spicului, ca rezistență la factori abiotici și agenți patogeni și ca potențial de producție și indici de calitate. În acest context, la recoltare soiurile Boema 1 și Apache sunt ușor de identificat, mai ales că Boema 1 este mai înalt și are spic aristat, iar Apache este mai scurt și are spic ne-aristat, iar soiurile Izvor și Glosa sunt mai greu de identificat, pentru că au aceeași perioadă de vegetație, precum și talie aproape egală și boabe asemănătoare ca formă și culoare și se deosebesc doar ca formă a spicului.

Tabelul 4

Înșușirile fenotipice și genotipice ale soiuri de grâu experimentate
(The phenotypic and genotypic characteristics of the tested winter wheat varieties)

Înșușirea	Boema 1	Apache	Izvor	Glosa
Precocitatea	Foarte timpuriu	Timpuriu	Timpuriu	Timpuriu
Capacitate de înfrățire	Mijlocie	Mare	Mijlocie	Mijlocie
Înălțime plante (cm)	80 - 90	60 - 70	90 – 105	85 – 95
Spic - tip, culoare, formă	Aristat, alb și cilindric	Nearistat	Aristat, alb și piramidal	Aristat, alb și cilindric
Boabe – mărime, formă și culoare	Alungite și de culoare roșie		Alungite și de culoare roșie	Alungite și de culoare roșie
Rezistența la factori abiotici	Iernare, secetă, arșiță și încolțirea boabelor în spic	Iernare	Iernare, secetă, arșiță și încolțirea boabelor în spic	Iernare, secetă și arșiță
Rezistența la agenți patogeni	Rugina brună – mijlociu de rezistent (<i>Puccinia triticina</i>) și rugina galbenă (<i>Puccinia striiformis</i>); Fuzarioza spicului (<i>Fusarium roseum</i> var. <i>graminearum</i>)	Sensibil la rugian brună (<i>Puccinia triticina</i>); Rezistent la fuzarioza spicului (<i>Fusarium roseum</i> var. <i>graminearum</i>)	Mijlociu de rezistent la rugina brună (<i>Puccinia triticina</i>) și rugina galbenă (<i>Puccinia striiformis</i>)	Rugina galbenă – mijlociu de rezistent (<i>Puccinia striiformis</i>) și făinare (<i>Blumeria graminis</i>)
Potențial de producție (t/ha)	4 – 9	8 - 10	6 – 8	7 – 9

c. Metoda de așezare: parcele subdivizate

d. Indicatorii studiați:

- producția de boabe, cel mai important indicator cantitativ pentru cultura de grâu, a fost măsurată prin cântărire și corectată la umiditatea STAS pentru grâul boabe de 14%;
- pentru a explica rezultatele de productivitate la genotipurile studiate, în anul 2010 au fost efectuate suplimentar studii în perioada de vegetație privind gradul de atac (%) de septoria (*Septoria tritici*) și de rugină brună (*Puccinia triticina*), cei mai importanți agenți patogeni pentru grâu în acel an, iar la recoltare, măsurători pe monoliți de plante recoltate de pe suprafața de 0,30 m², privind înălțimea plantelor, numărul de tulpini și de spice și greutatea tulpinilor, spicelor și a boabelor.

e. Prelucrarea datelor experimentale cu ajutorul: analizei varianței cu 2 factori, al coeficientului de variație și al analizei legăturii dintre variabile cu ajutorul corelației.

f. Tehnologia de cultivare a soiurilor și a amestecurilor de soiuri:

- Cantitatea de sămânță pe hectar s-a stabilit în funcție de densitatea plantelor la semănat – 500 boabe germinabile/m² în anii 2010 și 2011 și 450 boabe germinabile/m² după schimbarea sortimentului de soiuri, în anul 2012, pentru că, în conformitate cu

Amestecul de genotipuri - factor tehnologic de stabilitate cantitativă și calitativă 115
a producției de grâu cultivat în sistem ecologic

I. Amestecul de genotipuri – factor de stabilitate a producției de grâu ecologic

studiile efectuate pe monoliți de plante, în perioada 2007-2011 când la semănat s-au folosit 500 boabe germinabile/m², la recoltare am avut maxim 450 spice/m². De asemenea, norma de sămânță s-a stabilit și în funcție de indicii de calitate ai seminței – puritatea, masa a o mie de boabe (MMB) și facultatea germinativă a seminței fiecărui soi studiat, inclusiv a amestecurilor de soiuri, atât la începutul experimentului și schimbarea sortimentului, cât și în ceilalți ani când s-a folosit sămânța proprie, produsă în experiență.

– Data de semănat a variat în funcție de condițiile climatice din perioada de semănat, între 08-20 octombrie:

– celelalte elemente tehnologice au fost conform normelor de agricultură ecologică și cerințelor culturii grâului de toamnă (tabelul 5): planta premergătoare – soia în fiecare an, iar în anul 2011 și lucernă, ca urmare a amplasării experienței, atât în sola cu plante anuale, cât și în cea cultivată anterior, timp de 4 ani, cu lucernă; lucrările de pregătire a terenului pentru semănat – dezmiriștit și discuit cu grapa cu discuri grele și lucrat cu combinatorul o dată sau de două – trei ori; combaterea buruienilor, mecanic, cu țesala de buruieni și plivit manual; purificat numai soiurile pure, S1 și S2 și doar ocazional, precum în anul 2010 și 2014 și recoltatul mecanic în luna iulie, de obicei între 07-13 iulie și, din cauza ploilor abundente, mai târziu, precum 20 iulie în anul 2010.

Tabelul 5

Tehnologii de cultivare a soiurilor și a amestecurilor de soiuri de grâu de toamnă
 (Cropping technology for the winter wheat genotypes - pure varieties and mixture of varieties)
 Fundulea, 2010-2014

Elemente tehnologice	2010	2011		2012		2013		2014
Planta premergătoare	S	S	L	S/P	S/L	S/P/Fl.S	S/P/L	S/P/Fl.S/L
Eliberat teren de resturi vegetale	25.09.2009	22.09.2010	-	16.09.2011	17.09.2011	14.09.2012	17.09.2012	17 – 23.09.2013
Dezmiriștit GDG 3,9	25.09.2009	25.09.2010 (de două ori)	14.10.2010	20.09.2011	20.09.2011	19.09.2012	19.09.2012	24.09.2013 (de două ori)
Discuit cu GDG 3,9	13.10.2009	04.10.2010	-	03.10.2011	03.10.2011	01.10.2012	02.10.2012	16.10.2014 (de două ori)
Lucrat cu combinatorul	13.10.2009	13.10.2010	15.10.2010	05.10.2011 15.10.2011 20.10.2011	05.10.2011 15.10.2011 20.10.2011	02.10.2012	02.10.2012	21.10.2013 (de două ori)
Semănat - data	14.10.2009	13.10.2010	15.10.2010	20.10.2011	20.10.2011	08.10.2012	08.10.2012	21.10.2013
Densitatea la semănat (b.g/m ²)	500	500	500	450	450	450	450	450
Lucrat cu țesala de buruieni	22.03.2010	11.04.2011	11.04.2011	23.03.2012	23.03.2012	08.03.2013	08.03.2013	20.03.2014
Plivit manual	19.04.2010 28.04.2010	19.04.2011	27.04.2011	10.04.2012 19.04.2012 22.05.2012	10.04.2012 19.04.2012 22.05.2012	12.11.2012	12.11.2012	25.09.2013
Purificat S1 și S2	08.06.2010	-	-	-	-			20.05.2014
Recoltat	20.07.2010	07.07.2011	07.07.2011	13.07.2012	13.07.2012	12.07.2013	12.07.2013	09.07.2014

S – soia, L – lucernă, S/P – soia după porumb, S/L – soia după lucernă, S/P/Fl.S – soia după porumb și porumb după floarea soarelui, S/P/L – soia după porumb și porumbul după lucernă; S/P/Fl.S/L – soia după porumb, porumb după floarea-soarelui și floarea-soarelui după lucernă.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Dintre factorii experimentali – (micro)relieful terenului (A) și genotip (B), indiferent de anul de cultură, de sola pe care a fost amplasată cultura și de planta premergătoare, conform datelor din tabelul 6 producția de boabe la grâul de toamnă (*Triticum aestivum* L.), a fost influențată cel mai puternic (distinct semnificativ de cinci ori și foarte semnificativ de trei ori) de genotip – soiuri și amestecuri de soiuri de grâu ($F_{crit5\%}=3,49$). (Micro)relieful terenului ($F_{crit5\%}=9,28$), în cele mai multe situații (6) a influențat slab (semnificativ) sau nu a influențat producția de grâu și numai în două situații efectul acestui factor a fost foarte semnificativ, în anul 2010 la grâul cultivat după soia (G/S) în sola cu plante anuale și în 2012 la grâul cultivat după soia în sola cultivată în ciclul anterior cu lucernă (G/S/L). De asemenea, cei doi factori experimentali nu au interacționat decât în două situații în care interacțiunea AxB, comparativ cu valorile teoretice F ($F_{crit5\%}=2,8$) a fost foarte semnificativă în anul 2010, la grâul cultivat după soia (G/S) și distinct semnificativă în anul 2011, la grâul cultivat după lucernă (G/L).

Tabelul 6

Valorile F și semnificația lor privind producția la grâu de toamnă în funcție de forma de relief (A), genotipul cultivat (B) și interacțiunea lor (AxB)
[F values and theirs significance of winter wheat yield according with (micro)landscape (A), genotype (B) and their interaction (AxB)]

Fundulea, 2010-2014

An și plantă premergătoare	Factori experimentali		
	A (Micro)Relief	B (Genotip)	A x B
	F	F	F
2010 (G/S)	70,93 ^{***}	9,87 ^{***}	23,70 ^{***}
2011 (G/S)	19,36 [*]	26,73 ^{***}	1,89
2011 (G/L)	1,82	261,63 ^{***}	11,35 ^{**}
2012 (G/S/P)	13,12 [*]	9,81 ^{**}	1,47
2012 (G/S/L)	382,74 ^{***}	9,64 ^{**}	2,25
2013 (G/S/P/Fl.S)	21,71 [*]	11,10 ^{**}	0,52
2013 (G/S/P/L)	5,55	37,06 ^{***}	0,57
2014 (G/S)	17,35 [*]	14,21 ^{**}	2,21

G = Grâu, S = soia, P = porumb, Fl.S. = floarea-soarelui, L – lucernă,

* – semnificația efectului factorilor experimentali.

Datele privind producția de boabe a genotipurilor studiate (soiuri și amestecuri de soiuri de grâu) și variația acestora în timp (tabelul 7) evidențiază că:

– producția la grâul de toamnă a fost pe măsura potențialului de producție al soiurilor cultivate, cele mai mari producții de boabe obținându-se la soiurile Apache și Glosa, cu cel mai mare potențial de producție;

Amestecul de genotipuri - factor tehnologic de stabilitate cantitativă și calitativă 117
a producției de grâu cultivat în sistem ecologic
I. Amestecul de genotipuri – factor de stabilitate a producției de grâu ecologic

Tabelul 7

Producții de boabe și variația lor în spațiu la diferite soiuri și amestecuri de soiuri de grâu
cultivate în sistem ecologic
 (Grain yields and their variability in space of the varieties and mixtures varieties of winter wheat
 cultivated under ecological farming system)
Fundulea, 2010-2014

Anul și planta premergătoare	Indicatori	Boema (B)	Apache (A)	75%B + 25%A	50%B + 50%A
2010 (G/S)	Producția (kg/ha - 14%)	3826	<u>3832</u>	3706	3637
	CV - %	8,15	19,05	6,34	6,70
2011 (G/S)	Producția (kg/ha - 14%)	4249	4668	<u>4692</u>	4672
	CV - %	5,63	5,89	4,86	2,75
2011 (G/L)	Producția (kg/ha - 14%)	4537	<u>5399</u>	5023	4970
	CV - %	5,93	3,71	5,96	4,51
Anul și planta premergătoare	Indicatori	Izvor (Iz)	Glosa (Gl)	75%Iz + 25%Gl	50%Iz + 50%Gl
2012 (G/S/P)	Producția (kg/ha - 14%)	2401	<u>2612</u>	2413	2406
	CV - %	3,69	4,97	4,43	5,84
2012 (G/S/L)	Producția (kg/ha - 14%)	3151	3371	<u>3387</u>	3296
	CV - %	10,41	9,11	4,91	9,22
2013 (G/S/P/Fl. S)	Producția (kg/ha - 14%)	3625	<u>4114</u>	3814	3722
	CV - %	4,39	4,63	3,45	6,28
2013 (G/S/P/L)	Producția (kg/ha - 14%)	3405	3851	3732	<u>4308</u>
	CV - %	2,91	5,24	4,15	2,76
2014 (G/S)	Producția (kg/ha - 14%)	3013	3278	<u>3369</u>	3195
	CV - %	5,68	4,87	4,07	5,44

G – Grâu, S – soia, P – porumb, Fl.S. – floarea-soarelui, L – lucernă;
 CV – coeficient de variație în spațiu (%).

– la amestecurile de soiuri sau obținut producții bune în sensul că uneori au fost cele mai mari, în medie cu circa 230 kg/ha, precum la amestecul 75%S1 + 25%S2 în anul 2011 la grâul cultivat după soia (G/S), în anul 2012 la grâul cultivat după soia și soia după lucernă (G/S/L) și în anul 2014 la grâul cultivat după soia (G/S) în sola cultivată în ciclul anterior cu lucernă, cât și la amestecul 50%S1 + 50%S2 în anul 2013 la grâul cultivat după soia, soia după porumb și porumbul după lucernă (G/S/P/L) și întotdeauna aproximativ egale cu cele mai mici producții obținute la soiurile pure. Excepție anul 2010, când niciunul dintre amestecurile de soiuri studiate nu a depășit soiurile pure,

Boema 1 și Apache, la care s-au obținut cele mai mari producții (în medie circa 3830 kg/ha), dar sporul de producție față de amestecurile de soiuri au fost de numai 126-195 kg/ha. De asemenea, amestecul cu cea mai mare producție de boabe a fost, aproape în fiecare situație, 75%S1 + 25%S2, excepție 2013 (G/S/P/L), când cea mai mare producție s-a obținut la amestecul 50%S1 – 50%S2.

– coeficientul de variație în spațiu al producției de grâu a fost, de cele mai multe ori, cel mai mare la soiurile pure, S1 și S2 și cel mai mic la amestecurile de soiuri: 75%S1 + 25%S2 și 50%S1 + 50%S2, ceea ce înseamnă că amestecul de soiuri are potențial de creștere a stabilității producției (W o l f e , 1985; A l t i e r i , 1999; Z h u et al., 2000 – citați de C r e i s s e n et al., 2013). De asemenea, aceste rezultate vin și în sprijinul ipotezei conform căreia biodiversitatea mărește stabilitatea producției (Y a c h i și L o r e a u , 1999; H o o p e r et al., 2005; T i l m a n et al., 2006 – citați de C r e i s s e n et al., 2013).

În graficul 1 se observă, în plus, anii cu cele mai mari producții de grâu: 2011 (4,09-5,05 t/ha la grâul cultivat după soia (G/S) și 4,39-5,46 t/ha la grâul cultivat după lucernă (G/L) și 2013 (3,47-4,17 t/ha în sola cu plante anuale și 3,43-4,43 t/ha în sola cultivată în ciclul anterior cu lucernă) și cei cu cele mai mici producții: 2012 (2,31-2,77 t/ha în sola cu grâu cultivat după soia în sola cu plante anuale și 2,68-3,70 t/ha în sola cultivată anterior cu lucernă) și 2014, ultimul an al rotației 2011-2014, în sola cultivată anterior cu lucernă (2,83-3,45 t/ha), precum și efectul favorabil al lucernei ca plantă premergătoare manifestat prin cele mai mari producții de grâu, atât în primul an al rotației, 2011(G/L), cât și în următorii doi ani, 2012 (G/S/L) și 2013 (G/S/P/L), ceea ce confirmă rezultatele studiilor efectuate de T r e n b a t h (1974), din care reiese că resursele de azot și de apă ale solului pot fi factori importanți pentru ca la amestecurile de soiuri să se obțină cele mai mari producții.

În ultimul an al rotației 2011-2014, producțiile de grâu au fost relativ mici (2,83-3,44), deși grâul a fost cultivat pe sola cu lucernă și după soia, din cauza precipitațiilor excesive și de lungă durată din lunile septembrie și octombrie 2013 și aprilie, mai și iunie 2014, care în afară de întârzierea semănatului și favorizarea atacului de agenți patogeni, probabil au spălat o parte din substanțele nutritive din sol, sau/și pentru că plantele din rotație, în special porumbul și floarea-soarelui, au consumat întreaga rezervă de substanțe nutritive acumulate în sol de lucernă.

În primul an de studiu, 2010, producțiile au variat foarte mult, între 2,72-4,46 t/ha, atât în funcție de (micro)relieful terenului, între 3,94-4,46 t/ha pe terenul plan (p1), 3,63-4,15 t/ha pe fruntea de pantă SE (p2), 3,55-4,00 t/ha în crov (p3) și 2,72-3,54 t/ha pe fruntea de pantă SV (p4), cât și în funcție de soiul și amestecul de soiuri studiat: 3,54-4,22 t/ha la soiul Boema 1 (S1), 2,72-4,46 t/ha la soiul Apache (S2), și mai puțin, la amestecurile de soiuri: 3,44-4,02 t/ha la 75%S1 + 25% S2 și 3,44-3,94 t/ha la 50%S1 + 50%S2.

Amestecul de genotipuri - factor tehnologic de stabilitate cantitativă și calitativă a producției de grâu cultivat în sistem ecologic 119
I. Amestecul de genotipuri – factor de stabilitate a producției de grâu ecologic

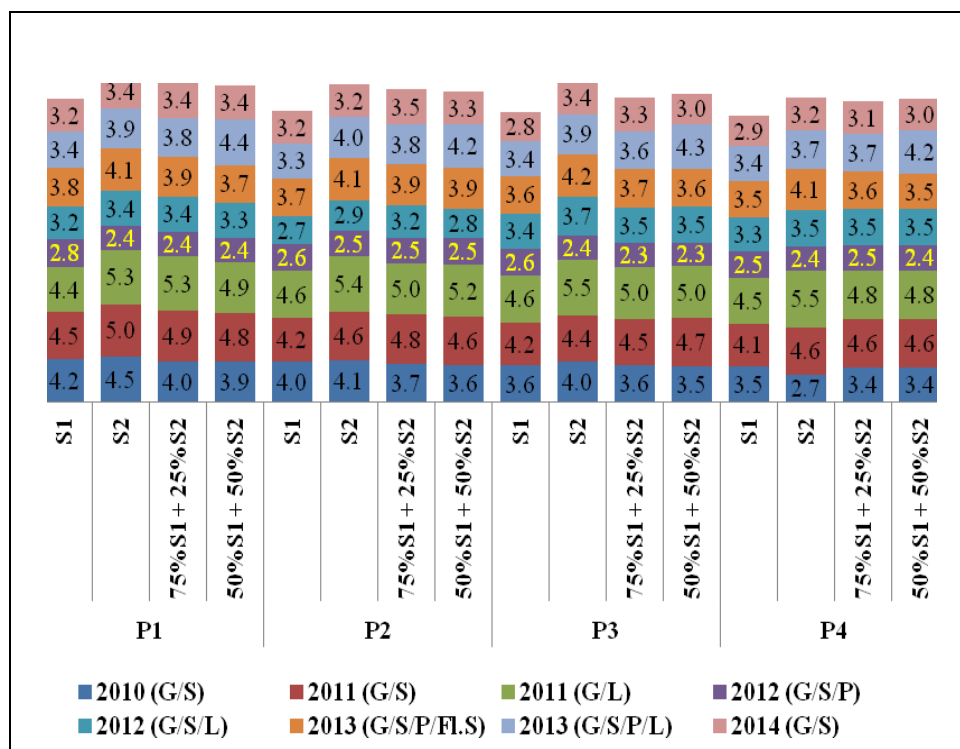


Figura 1 – Producții de boabe (t/ha) obținute la grâul de toamnă cultivat în sistem ecologic în funcție de (micro)relief și genotipul de grâu (soiuri și amestecuri de soiuri)
 (Grain yields at winter wheat cultivated under ecological system, according to (micro) landscape and to the wheat genotype (varieties and mixtures of varieties)
 Fundulea, 2010-2014

Indiferent de însușirile parcelor pe care au fost cultivate (p1-p4), particularitățile climatice ale anului agricol și planta premergătoare, între soiurile și amestecurile de soiuri de grâu studiate este o legătură strânsă și foarte strânsă în ceea ce privește producția de boabe, întrucât coeficienții de corelație calculați pentru 8 cazuri studiate (tabelul 8) sunt semnificativ și distinct și foarte semnificativ mai mari decât cei teoretici considerați semnificativ diferiți de zero la nivelul de 5% (0,71) și 1% (0,83). Acesta este o dovadă clară că în sistem ecologic, producția la genotipurile de grâu studiate, inclusiv la amestecurile de cereale este sensibilă la orice schimbare, pozitivă sau negativă, a factorilor de mediu – climatici și de relief.

Tabelul 8

Coefficienți de corelație privind producția de boabe între genotipurile (soiuri și amestecuri de soiuri) de grâu cultivate în sistem ecologic în funcție de (micro) relief
 [Correlation coefficients regarding grain yield between wheat genotypes (varieties and mixtures of varieties) cultivated under ecological system, according to (micro)landscape]
Fundulea, 2010-2014

Soiul	(Micro)Relief	S1	S2	S3 (75%S1 + 5%S2)	S4 (50%S1 + 50%S2)
S1	p1	x	0,967 ^{***}	0,928 ^{**}	0,855 [*]
	p2	x	0,975 ^{***}	0,933 ^{**}	0,915 ^{**}
	p3	x	0,963 ^{***}	0,968 ^{***}	0,929 ^{**}
	p4	x	0,887 [*]	0,977 ^{***}	0,934 ^{**}
S2	p1	x	x	0,986 ^{***}	0,940 ^{**}
	p2	x	x	0,958 ^{***}	0,969 ^{***}
	p3	x	x	0,978 ^{***}	0,907 ^{**}
	p4	x	x	0,927 ^{**}	0,878 ^{**}
S3	p1	x	x	x	0,949 ^{***}
	p2	x	x	x	0,966 ^{***}
	p3	x	x	x	0,937 ^{**}
	p4	x	x	x	0,966 ^{***}

De asemenea, studiul suplimentar efectuat în anul 2010 la recoltare, pe monoliți de plante, privind proporția soiurilor la fiecare variantă în ceea ce privește numărul de tulpini și de spice și greutatea boabelor (tabelul 9), a evidențiat că aceasta este relativ apropiată de cea de la începutul experimentului (2007) și când s-a schimbat sortimentul de soiuri (2012): 100% la soiurile pure – S1 și S2 și 70-80% S1 + 20-30% S2 și 52-64% S1+ 36-48% S2, la cele două tipuri de amestec de soiuri.

Tabelul 9

Proporția (%) dintre genotipuri în experiența cu soiuri și amestec de soiuri de grâu după 4 ani de cultivare
 (Proportion between genotypes in the experiment with pure varieties and mixture of varieties of winter wheat after four years of cultivation)

Fundulea, 2010

(Micro)Relief	Genotip	Soi	Înălțime plante (cm)	Nr. tulpini/m ²	Nr. spice/m ²	Greutate boabe/m ²
p1	Boema 1 (B)	B	100	100	100	100
	Apache (A)	(A/B)*100	92	96	85	91
	B75+A25	B	100	77	75	74
		A	90	23	25	26
	B50+A50	B	100	62	58	54
		A	86	38	42	46

**Amestecul de genotipuri - factor tehnologic de stabilitate cantitativă și calitativă 121
a producției de grâu cultivat în sistem ecologic**

I. Amestecul de genotipuri – factor de stabilitate a producției de grâu ecologic

p2	Boema 1 (B)	B	100	100	100	100
	Apache (A)	A/B)*100	87	108	81	104
	B75+A25	B	100	79	78	73
		A	91	21	22	27
	B50+A50	B	100	64	60	62
A		88	36	40	38	
p3	Boema 1 (B)	B	100	100	100	100
	Apache (A)	A/B)*100	86	103	94	73
	B75+A25	B	100	77	76	70
		A	90	23	24	30
	B50+A50	B	100	62	56	52
A		87	38	44	48	
p4	Boema 1 (B)	B	100	100	100	100
	Apache (A)	A/B)*100	87	98	86	55
	B75+A25	B	100	80	77	75
		A	87	20	23	25
	B50+A50	B	100	61	59	55
A		87	39	41	45	

Studiul efectuat în prima decadă a lunii iunie 2010, privind atacul de agenți patogeni - septoria (*Septoria tritici*) și rugina brună (*Puccinia recondita tritici*), doi dintre cei mai periculoși agenți patogeni pentru grâu în acel an (tabelele 10 și 11) demonstrează că rezistența genotipurilor cultivate la acești agenți patogeni este foarte variabilă, cele mai atacate atât de septoria, cât și de rugina brună fiind soiurile pure și cele mai puțin afectate, amestecurile de soiuri.

Tabelul 10

Valorile F și semnificația lor privind atacul (%) de septoria (*Septoria tritici*) și rugină brună (*Puccinia recondita tritici*) la grâul cultivat în sistem ecologic în funcție de (micro)relief și genotip (soiuri și amestec de soiuri)

[F values and their significance of the attack level (%) of *Septoria tritici* Blotch (STB) and *Puccinia recondita tritici* at ecological winter wheat according to (micro) landscape and to the wheat genotypes (varieties and mixture of varieties)]

Fundulea, 11.06.2010

A (Micro)Relief		B Genotip		A x B	
Septoria	Rugina brună	Septoria	Rugina brună	Septoria	Rugina brună
2,72 ^x	0,14	7,76 ^{xxx}	15,64 ^{xxx}	2,13	1,13

Tabelul 11

Gradul de atac al septoriei (*Septoria tritici*) și ruginei brune (*Puccinia recondita tritici*) la grâul cultivat în sistem ecologic în funcție de (micro)relief și genotip (soiuri și amestec de soiuri)
 [The attack level (%) of *Septoria tritici* Blotch (STB) and *Puccinia recondita tritici* at winter wheat cultivated under ecological system corresponding to (micro)landscape and to the wheat genotypes (varieties and mixture of varieties)]
Fundulea, 11.06.2010

Genotip	Septoria					Rugina brună				
	p1	p2	p3	p4	Media	p1	p2	p3	p4	Media
S1	16,25	6,875	6,25	6,875	9,063	22,50	28,75	37,50	24,375	28,2813
S2	11,625	11,875	7,50	9,375	10,094	22,50	0,625	12,50	11,875	14,375
S3 (75%S1+25%S2)	7,75	5,50	4,75	6,00	6,000	8,125	9,375	5,00	13,125	8,90625
S4 (50%S1+50%S2)	6,25	5,375	5,00	3,00	4,906	8,75	9,375	5,00	7,50	7,65625
Media	10,469	7,406	5,875	6,313	7,516	5,469	4,531	15,000	14,219	14,805

Aceste date confirmă concluzia lui Wolfe (1985); Altieri (1999); Zhu et al., (2000) – citați de Creissen et al., 2013), conform căreia amestecul de soiuri controlează și atacul de boli.

CONCLUZII

Climatul temperat-continental s-a schimbat ca urmare a încălzirii aerului și a creșterii frecvenței gerurilor din timpul iernii și a căldurilor tropicale din lunile de vară. De asemenea, creșterea, dezvoltarea și productivitatea grâului de toamnă sunt influențate semnificativ și de regimul pluviometric lunar, fie pozitiv, precum în anii agricoli 2010-2011 și 2012-2013, sau negativ ca în 2011-2012 din cauza secetelor pedologice și atmosferice severe și de lungă durată și în 2013-2014, ca urmare a excesului îndelungat de precipitații.

Producția de grâu de toamnă, inclusiv a amestecurilor de genotipuri de grâu, este influențată constant și semnificativ de genotipul cultivat, fiind pe măsura potențialului genetic de producție și capacitatea de amestecare a acestuia, precum și de factorii de climă, sol și agrotehnici.

La amestecurile de soiuri, producția de boabe este, de cele mai multe ori, egală sau mai mare, cu circa 230 kg/ha decât cea mai mare producție a soiurilor pure.

Proporția soiurilor în amestec este relativ constantă în timp, ca număr de tulpini și de spice și greutate a boabelor/m², amestecurile de genotipuri fiind asemănătoare populațiilor compozite create prin selecție naturală.

Amestecul de soiuri cu cea mai mare producție și cel mai mic coeficient de variație în spațiu și timp al acesteia este 50-80%S1 + 20-50%S2, în care soiul cu cel mai mic potențial de producție este în proporția cea mai mare sau egală cu a soiului cu cel mai mare potențial de producție.

În sistem ecologic, producția la genotipurile de grâu studiate, inclusiv la amestecurile de genotipuri, este sensibilă la orice schimbare, favorabilă sau nefavorabilă, a climei, reliefului și a plantei premergătoare.

Efectul benefic al cultivării de amestecuri de soiuri de grâu se manifestă evident și prin reducerea gradului de atac al agenților patogeni – septoria (*Septoria tritici*) și rugina brună (*Puccinia triticina*).

În sistem ecologic, cele mai mari producții de grâu, inclusiv la amestecurile de soiuri de grâu, se obțin pe sole cultivate anterior cu lucernă și după soia, deoarece aceste specii îmbogățesc solul în azot, iar azotul din sol este unul dintre cei mai importanți factori pentru obținerea de producții mari de boabe.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- CREISSEN, H.E., JORGENSEN, T.H. AND JAMES BROWN, K.M., 2013 – *Stabilization of yield in plant genotype mixtures through compensation rather than complementation*. Annals of Botany; DOI:10.1093/aob/met209: 1439-1447;
- SARANDON S.J., SARANDON, R., 1995 – *Mixture of cultivars: pilot field trial of an ecological alternative to improve production or quality of wheat (Triticum aestivum)*. Journal of Applied Ecology, 32: 288-294;
- STOICA, CRISTINA-CAMELIA, 2009 – *Studii climatice în agroecosistemele Dobrogene Adamclisi, Medgidia și Tulcea*. Lucrare de disertație masterat "Agricultură Durabilă în Zone Vulnerabile la Secetă", Universitatea Ovidius, Constanța, 81 pp.
- TONCEA, I., ALIONTE, ELIANA, GĂRGĂRIȚĂ, RADU, LĂCĂTUȘU, RADU, LAZĂR, RODICA, 2010 – *Interacțiuni complexe "Climă x Agrofond x Plantă premergătoare x Genotip" asupra producției de boabe și calității acestora la grâul cultivat în sistem ecologic la I.N.C.D.A. Fundulea*. An. INCDA Fundulea, LXXVIII, 2: 89-109.
- TRENBATH, B.R., 1974 – *Biomass productivity of mixtures*. Advances in Agronomy, 26: 177-210.

Prezentată Comitetului de redacție la 12 octombrie 2017