

Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în subprogram în anul 2025 „Abordări genetice și biotehnologice de management al agroecosistemelor în condițiile schimbărilor climatice”

Codul subprogramului 011101

Abordarea integrativă a reacțiilor de răspuns a unor specii (tomate, orz de toamnă, grâu, porumb, floarea-soarelui, plante multianuale: prun, măr, fag) la factori biotici (boli fungice, virale) și abiotici de stres (termic sau hidric) a demonstrat variații clare ale răspunsului acestora la diferite niveluri de organizare (gametofit/sporofit) și etape ontogenetice ale plantei în funcție de natura / repetabilitatea factorului aplicat, rezultate ce au asigurat identificarea unor marcheri fiziologici, biochimici, moleculari sensibili și reproductibili pentru evaluarea genotipurilor tolerante la stres. Diversificarea condițiilor experimentale bazate pe procedee de mutagenză fizică (raze X) sau biotehnologice cu utilizarea substanțelor biologic active (glicozide) constituie bază pentru dezvoltarea strategiilor de creare a noi genotipuri și modularea răspunsului la factori de stres. Iradierea semințelor de tomate condiționează modificarea direcției și amplitudinii răspunsurilor la stresul hipertermic, hidric dependente de genotip, rezultat confirmat pentru densitatea stomatelor, indicele de integritate celulară, conținutul relativ de apă din frunze și indici asociați cu productivitatea. În cazul populațiilor iradiate interacțiunea genotip-stres-iradiere deține dominantă, constituind un filtru pentru diferențierea unei game largi de genotipuri – de la sensibilitate accentuată până la toleranță superioară martorului. Pe baza efectelor generate de aplicarea glicozidelor la etapa de microsporogeneză a plantelor de tomate a fost stabilită posibilitatea modulării răspunsului, influențând parametri funcționali ai polenului în mod diferențiat în funcție de genotip și starea fitosanitară a plantelor, fiind constatate răspunsuri inclusiv pozitive sau neutre. Re-expunerea la stres contribuie la diferențierea genotipurilor și poate permite selectarea anumitor combinații genotip-factor de stres, inclusiv în condiții cronice de hipertermie, fapt ce a permis selectarea a peste 30 de forme de tomate performante după indicele de legare a fructelor în condiții de temperaturi ridicate (38-52 °C). Rezultatele analizelor biochimice au demonstrat că răspunsul plantulelor de grâu la deficitul hidric, prezintă o reducere accentuată a conținutului de pigmenți clorofilieni, în timp ce la genotipurile tolerante nivelul acestora rămâne comparabil în varianta martor. Deficitul de apă a stimulat acumularea de L-prolină, zaharuri solubile și polifenoli, demonstrând tendința de a fi mai accentuată în plantulele soiurilor rezistente. Asemenea indici precum pigmenții fotosintetici și polifenolii se evidențiază ca marcheri biochimici pentru evaluarea toleranței genotipurilor de grâu la stresul hidric. Pe baza profilurilor transcriptomice ale genelor din diferite grupuri funcționale (implicate în biosinteza acidului jasmonic și acidului salicilic, speciilor reactive de oxigen, factori de transcripție etc.) a fost pusă în evidență o reacție de răspuns distinctă la genotipurile rezistente și cel sensibil de floarea-soarelui la *Orobanche cumana* – rapidă și coordonată la hibridii rezistenți, în contrast cu răspunsurile întârziate și fluctuante ale genotipului sensibil, care prezintă o reprimare generală a expresiei majorității genelor analizate. Au fost evidențiate modificări esențiale în activitatea enzimelor din sistemul antioxidant SOD și POX și profilul izoformelor acestora, dependente de genotip și agentul patogen, într-un mod specific țesutului, ce indică un mecanism eficient de menținere a echilibrului speciilor reactive de oxigen și de limitare a deteriorării oxidative, ceea ce sugerează un răspuns antioxidant bine reglat. Au fost evidențiați doi hibridi locali de floarea-soarelui cu toleranță la stres. Demonstrată posibilitatea diminuării efectului negativ al stresului abiotic (temperatură ridicată și insuficiența de umiditate) la pomii de măr și prun prin tratamente foliare cu substanțe biologic active și microelementele B, Zn, Mn și Mo, ceea ce a condiționat acțiune pozitivă asupra reglării schimbului de apă, conținutului mai sporit al pigmentilor fotosintetici (clorofila a, b și carotenoide), creșterea activității peroxidazei și catalazei în frunze, sporirea conținutului de substanțe fenolice, factori ce au asigurat un spor producțional, precum și modificări anatomo-morfologice ale unor parametri structurali ai fructelor, rezultând cu o calitate mai bună. Diagnosticul molecular al agenților cauzali ai bolilor infecțioase și deteriorării fructelor a demonstrat o incidență specifică a germeilor patogeni în organele vegetative și generative ale merilor, prezentând o frecvență mai ridicată a unor patogeni fungici și bacterieni la pomii crescuți în spații izolate (condiții de lizimetru) comparativ cu livadă (sistem convențional de cultivare).

Rezultatele cercetărilor științifice au fost publicate în 104, inclusiv o monografie internațională, 5 articole în reviste din bazele de date Web of Science și SCOPUS, 4 în reviste recunoscute din străinătate, 15 – din Registrul National al revistelor de profil, 20 articole în lucrările conferințelor științifice, 45 teze în lucrările conferințelor științifice, 8 materiale în cataloage la saloanele de invenții, 4 brevete de invenții eliberate de către oficii de peste hotare și 2 eliberate de AGEPI. Rezultatele inovative au fost apreciate cu 9 medalii, dintre care 7 de aur, una de argint și una de bronz.

Summary of the activity and results obtained in the subprogram in 2025
„Genetic and biotechnological approaches to the agroecosystems management under
climate change”

Subprogram code **011101**

The integrative approach to the response reactions of several species (tomato, winter barley, wheat, maize, sunflower, perennial plants: plum, apple, beech) to biotic factors (fungal and viral diseases) and abiotic stress factors (temperature or water stress) demonstrated clear variations in their responses at different levels of organization (gametophyte/sporophyte) and ontogenetic stages of the plant, depending on the nature and/or repeatability of the applied factor. These results enabled the identification of sensitive and reproducible physiological, biochemical, molecular markers for the evaluation of stress-tolerant genotypes. The diversification of experimental conditions based on physical mutagenesis procedures (X-rays) or biotechnological approaches using biologically active substances (glycosides) represents a basis for the development of strategies for creating new genotypes and for modulating stress responses. Irradiation of tomato seeds induces genotype-dependent modifications in the direction and amplitude of responses to high temperature and water stress, a result confirmed by changes in stomatal density, cell integrity index, relative leaf water content, and productivity-associated indices. In irradiated populations, the genotype-stress-irradiation interaction is predominant, acting as a filter for differentiating a wide range of genotypes, from pronounced sensitivity to tolerance that the control. Based on the effects generated by the application of glycosides at the microsporogenesis stage in tomato plants, the possibility of modulating the response was established, influencing pollen functional parameters in a genotype and phytosanitary status dependent manner, with positive or neutral effects. Re-exposure to stress contributes to genotype differentiation and may enable the selection of specific genotype-stress factor combinations, including under chronic hyper temperature conditions. This approach allowed the selection of more than 30 high-performing tomato forms based on the fruit set index under elevated temperature conditions (38-52 °C). Biochemical analyses demonstrated that wheat seedlings respond to water deficit by a pronounced reduction in chlorophyll pigment content, whereas in tolerant genotypes these levels remain comparable to control and experimental variants. Water deficit stimulated the accumulation of L-proline, soluble sugars, and polyphenols, with a more pronounced tendency observed in resistant cultivars. Such indices as photosynthetic pigments and polyphenols are highlighted as biochemical markers for evaluating wheat genotype tolerance to water stress. Based on transcriptomic profiles of genes from different functional groups (involved in jasmonic acid and salicylic acid biosynthesis, reactive oxygen species metabolism, transcription factors, etc.), a distinct response pattern was revealed between resistant and sensitive sunflower to *Orobanche cumana*: rapid and coordinated in resistant hybrids, in contrast to delayed and fluctuating responses in the sensitive genotype, which exhibits a general repression of the expression of most analyzed genes. Essential changes were identified in the activity of enzymes of the antioxidant system, SOD and POX, as well as in their isoform profiles, dependent on genotype and pathogen, in a tissue-specific manner. These changes indicate an efficient mechanism for maintaining reactive oxygen species homeostasis and limiting oxidative damage, suggesting a well-regulated antioxidant response. Two local sunflower hybrids with stress tolerance were identified. The possibility of mitigating the negative effects of abiotic stress (high temperature and water deficit) in apple and plum trees through foliar treatments with biologically active substances and the microelements B, Zn, Mn, and Mo was demonstrated. These treatments had a positive effect on the regulation of water balance, increased the content of photosynthetic pigments (chlorophyll a and b, carotenoids), enhanced peroxidase and catalase activity in leaves, increased content of phenolic compounds. These factors resulted in yield enhancement as well as anatomo-morphological modifications of certain structural parameters of the fruits, leading to improved fruit quality. Molecular diagnosis of the causal agents of infectious diseases and fruit deterioration revealed a pathogen-specific incidence in the vegetative and generative organs of apple trees, showing a higher frequency of certain fungal and bacterial pathogens in trees grown in field lysimeter compared to those grown in orchards. The results were published in 104 works, including one international monograph; 5 articles in journals indexed in the Web of Science and SCOPUS databases; 4 articles in internationally journals; 15 articles in journals listed in the National Register; 20 articles in scientific conference proceedings; 45 abstracts in scientific conference proceedings; 8 materials in invention exhibition catalogs; 4 invention patents granted by foreign patent offices and 2 granted by SAIP. The innovative results were awarded 9 medals, including 7 gold, one silver, and one bronze.