

ПРОБЛЕМИ СТРЕСІВ У РОСЛИН І СПОСОБИ ЇХ РОЗВ'ЯЗАННЯ

О.О. Іващенко¹, О.О. Іващенко²

¹доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН

²доктор сільськогосподарських наук

¹Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН

вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03141, Україна

²Інститут захисту рослин НААН

вул. Васильківська, 33, м. Київ, 03022, Україна

e-mail: ¹o_ivashchenko@ukr.net, ²plant_prot@ukr.net

Надійшла 6.09.2018

Мета. Узагальнити інформацію про різноманітні прояви стресів у рослин у процесі їх вегетації, розкрити роль різних форм стресів і способи уникнення негативного впливу на формування врожаю сільськогосподарських культур. **Методи.** Польові: морфо-фізіологічний для досліджень біометричних параметрів рослин; лабораторні: для біохімічних досліджень, анатомо-морфологічні, цитологічні, порівняльно-морфологічні; статистичні: порівняльно-розрахунковий, дисперсійний. **Результати.** Установлено, що невеликі стреси (еустреси) рослини легко долають і вони сприяють їхній кращій адаптації до змін умов середовища. Значні стреси (дистреси) пригнічують біологічну активність рослин, знижують рівень їхньої продуктивності і можуть призвести до їх загибелі. Для уникнення стресів рослин доцільно оптимізувати умови їх вегетації. Параметри температури, рівень зволоження ґрунту, його аерація, режими мінерального живлення і освітлення мають не виходити за межі оптимальних. У польових умовах вегетації досягнути такого результату майже неможливо, проте істотно пом'якшити екстремальні відхилення чинників середовища цілком реально. Крім стресів, здатних індукувати чинники середовища, у посівів сільськогосподарських культур часто виникають антропогенні стреси, до яких призводить діяльність людини. Вони можуть мати найрізноманітнішу природу: незбалансованість мінерального живлення, надмірна загущеність посівів, завищені норми витрати гербіцидів, післядія препаратів та ін. Індуковані дистреси здатні дуже істотно (до 25 – 35% і більше) знижувати рівень біологічної продуктивності культурних рослин. **Висновки.** Стреси найрізноманітнішої природи у посівів сільськогосподарських культур потребують свого позитивного, екологічно безпечного та послідовного вирішення аграрною наукою. На такій науковій основі формування біологічно високопродуктивного і стабільного аграрного виробництва, толерантного до природних біологічних систем, матиме перспективу.

Ключові слова: середовище, рослини, продуктивність, гербіциди.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agroviznyk201907-04>

Існування будь-якого живого організму нерозривно поєднує його з навколишнім середовищем. Саме наявність постійного

обміну речовин і енергії є головним показником існування процесу життя. Рослини формують понад 98% обсягу органічних

речовин, наявних у біосфері планети, і є матеріальною та енергетичною основою життя іншої частини живих організмів — консументів, тобто споживачів органічної речовини. До таких організмів належить увесь світ тварин і людина розумна, як біологічний вид зокрема [1].

Для успішного виконання своєї космічної ролі (засвоєння променевої енергії Сонця і трансформації її завдяки процесам фотосинтезу в органічні речовини) зелені рослини — продуценти потребують певних умов середовища. Відповідно від умов вегетації будь-якої зеленої рослини залежить не лише рівень її біологічної продуктивності, а й саме існування.

Сучасні дослідження в площині біохімії, фізіології рослин, фітоценології, рослинництва, землеробства, геоботаніки доводять, що найоптимальнішими для існування рослин є умови вологих тропіків. Саме за таких умов і були свого часу (в крейдовому періоді мезозойської ери, тобто понад 60 млн років тому) сформовані перші представники відділу Покритонасінні — *Angiospermae*. У сучасному світі ботаніки саме представники відділу Покритонасінні є найдосконалішими і різноманітними видами рослин на планеті. До них належать зокрема практично всі види культурних рослин і майже всі види бур'янів [2–4].

Освоєння рослинами інших ґрунтово-кліматичних зон планети, особливо найдосконалішою життєвою формою — травами, що здатні успішно існувати навіть за наявності 1°C тепла протягом 30-ти діб у рік, є результатом пристосувань до конкретних умов вегетації. Рослини успішно адаптувалися до часткового дефіциту води, періодичних низьких температур, сильних вітрів, високого рівня засоленості ґрунту та інших чинників середовища способом створення механізмів регулювання інтенсивності процесів проростання їх насіння, здійснення процесів фотосинтезу та обміну речовин, періодичного повного скидання листя, значного осмотичного тиску в цитоплазмі клітин, формування шару захисних епікутикулярних восків на надземних частинах та інших пристосувань [5, 6].

Мета досліджень — узагальнити інформацію про різноманітні прояви стресів

у рослин у процесі їх вегетації, розкрити роль різних форм стресів і способи уникнення негативного впливу на формування врожаю сільськогосподарських культур.

Матеріали та методи досліджень. Стаття має оглядовий характер, тому в ній наведено результати досліджень з використанням методик, характерних насамперед для дослідів із фізіології рослин: уміст різних форм хлорофілів, інтенсивність процесів дихання, поділу клітин, формування сухої речовини в рослинах, активність ростових процесів надземних частин.

Серед методів досліджень було використано: польові — морфо-фізіологічний для досліджень біометричних параметрів рослин; лабораторні — для біохімічних досліджень, анатомо-морфологічні, цитологічні, порівняльно-морфологічні; статистичні — порівняльно-розрахунковий, дисперсійний.

Результати досліджень. Для формування наукових матеріалів у публікації використано як результати власних досліджень авторів, так і узагальнені матеріали проявів стресів та способів їх ослаблення у сільськогосподарських рослин у процесі їх вегетації, які були отримані іншими авторами.

Розглянемо коротко чинники можливих впливів і стресів для рослин, характерних для зони помірних широт, де розміщена і територія нашої країни. Наявність і послідовне чергування різних сезонів року потребує наявності відповідних систем адаптації рослин до конкретних умов вегетації.

Специфіку обміну речовин та енергії між рослинами і середовищем у процесі вегетації мають і конкретні частини цілісного організму. Підземні частини, насамперед корені, чутливо реагують на показники аерації орного шару (наявність у ґрунті вільного кисню), рівень і перепади температури, механічний опір часток ґрунту, дефіцит або надлишок вологи, зміни показників рН, концентрацій іонів у ґрунтовому розчині, зокрема і сполук мінерального живлення, наявності патогенів і токсичних речовин, специфіки алелопатичного впливу колінів та ін.

Надземні частини рослин мають іншу специфіку взаємних впливів з середовищем. Вони насамперед пов'язані зі здійсненням комплексу процесів фотосинтезу.

Серед них найважливішими є: коливання рівня температури середовища, спектрального складу та інтенсивності потоку світла, передусім енергії ФАР, тривалості фотоперіодів, рівня відносної вологості повітря, сили вітрів, рівня концентрації вуглекислого газу в приземному шарі атмосфери, наявності озону, специфіки і показників забруднень атмосфери, наявності та агресивності патогенів, механічних і термічних пошкоджень надземних частин рослин. Вплив цих чинників відбувається традиційно комплексно. Саме вони і формують відповідну реакцію рослини на їх взаємодію [7–9].

Кожна рослина є живою системою, що виявляє відповідну реакцію — динамічний гомеостаз як на рівні структур клітин, тканин, так і всього організму. Структури клітин і тканин рослин у процесі життя постійно оновлюються. Наприклад, у зернівках пшениці м'якої у процесі формування молекул амінокислоти аланіну вони оновлюються кожні 8–10 хв, глютамінової кислоти — відповідно кожні 40 хв. Молекули фосфоліпідів у клітинах колеоптиля проростків кукурудзи повністю оновлюються за 15–140 хв. Для здійснення таких біохімічних змін і їх чіткої координації потрібна постійна витрата енергії. Головною структурою, що є генератором сполук з відповідним запасом доступної енергії (насамперед молекули АТФ), у цитоплазмі клітин є мітохондрії. Тут постійно виникають відновлені та окислені форми переносників електронів і активних форм кисню [10].

Умови вегетації рослин, які визначають чинники довкілля, мають значний вплив на характер біохімічних процесів, що відбуваються на рівні клітин у тканинах. За сприятливих умов вегетації для конкретної рослини у цитоплазмі клітин надземних зелених частин рослин завжди є значні обсяги аскорбінової кислоти, глутатіону, FeS-центри у відновленому стані, феродоксин, семихінони, форми активного кисню, що виникають у результаті впливу оксидаз.

Унаслідок погіршення умов вегетації в клітинах відбувається індукція синтезу супероксидного озону ($O-O$)⁻ і H_2O_2 . Відповідно наростає величина окиснювального заряду в окисно-відновній системі цитоплазми клітин. Розщеплення пероксиду

водню в результаті відновлювальних процесів призводить до появи істотного гідроксильного радикалу OH з високою хімічною активністю.

В обмінних процесах цитоплазми за таких умов зростає напруження, оскільки процесам формування гідроксильних радикалів протистоять ферментативні перетворення перекису водню, у якому беруть участь акцептори електронів водню. Провідну роль мають ферменти пероксидаза та каталаза. Формування активних форм кисню у структурах цитоплазми обмежують речовини-антиоксиданти [10, 11].

За оптимальних умов вегетації рослини підтримують у клітинах специфічні показники такого потенціалу і регулюють відповідний окисно-відновний клітинний потенціал у процесі гомеостазу.

Зміни умов вегетації призводять до відхилення показників окисно-відновного потенціалу від його оптимальних значень і відіграють ключову роль у життєвих процесах рослин. Сигнальними речовинами у таких процесах є молекули НАДФ, глутатіон, тиоредоксин, глутаредоксин та ін.

Значні відхилення умов вегетації рослин від оптимальних параметрів середовища в напрямі песимуму (крайніх — екстремальних показників) призводять до індукування стресів різної глибини. На такі відхилення клітини рослин реагують насамперед локальним підвищенням концентрації іонів кальцію або розвитком так званого окисного стресу, що виявляється в накопиченні в цитоплазмі і структурах клітини активних форм кисню [12, 13].

Усі стреси найрізноманітнішого походження умовно розділяють на дві великі групи: еустреси та дистреси. Еустреси — це невеликі відхилення, своєрідне напруження у діяльності відповідних систем, які рослини легко долають. Вони є корисними, оскільки підвищують рівень пристосування рослин до конкретних умов існування. Дистреси — це великі відхилення, що призводять до значного пригнічення рівня життєдіяльності рослин і навіть до їх загибелі. Виникнення таких стресів у культурних рослин бажано уникати, оскільки вони істотно знижують рівень біологічної продуктивності рослин. Стосовно рослин бур'янів,

то доцільність прямо протилежна. Дія гербіцидів на сході бур'янів — це індукування у них глибоких дистресів, що порушують життєво важливі процеси і призводять до їх наступного відмирання [14].

У результаті дії низьких температур, високої концентрації солі в поживному субстраті за умов посухи розвиваються різні абіотичні стреси, насамперед у формі осмотичного шоку. У рослин виникає гіперосмотичний стрес, що виявляється у формі зниження показників тургору в клітинах і втрати тканинами потрібної води. Як правило, процеси дегідратації (втрати води) поєднуються з активним синтезом у клітинах молекул абсцизової кислоти, що є активним інгібітором процесів їх ділення та росту.

За умов формування в клітинах значної наявності активних форм кисню у рослин відбувається індуція оксидативного стресу. Активні форми кисню мають супероксидний радикал кисню O_2^- , супероксидний аніон — радикал кисню, гідроксильний радикал O_2^{\cdot} , перекис водню H_2O_2 , радикал закису азоту NO_2 та ін. [15, 16].

Ця інформація підтверджує багатоплановість систем взаємодії середовища і рослин на біохімічному та фізіологічному рівнях у процесі їх вегетації, неоднозначність і складну природу стресів, що виникають у живих системах рослин.

Доцільно згадати про значення показників температури середовища в житті рослин, зокрема і для здійснення фотосинтезу. У процесі вегетації рослини температура (енергетичний рівень) середовища постійно змінюється. Відбуваються істотні коливання температур протягом доби, є значні сезонні зміни. На показники температурного режиму, за якого відбувається вегетація рослин, істотно впливають багато чинників: географічна широта і висота над рівнем моря, експозиція території, характер рельєфу та поверхні, наявність високої і розвиненої рослинності, сила та спрямованість вітрів і рівень відносної вологості повітря [17].

Для здійснення процесів фотосинтезу в листках рослин показники температури є одними з вирішальних. За умов, близьких до $0^\circ C$, процеси фотосинтезу вже можна визначити, проте максимальні показники інтенсивності такого процесу виявляються

лише за оптимальних показників температури середовища. Рослини з фотосинтезом шляху C_3 досягають максимальної інтенсивності процесів синтезу органічних речовин у температурному діапазоні $19...24^\circ C$. Це оптимальна температура для продуктивної вегетації рослин пшениці м'якої — *Triticum aestivum* L., буряків цукрових — *Beta vulgaris* L., гірчиці польової — *Sinapis arvensis* L., лободи білої — *Chenopodium album* L., талабану польового — *Thlaspi arvense* L. та інших видів, аборигенних для помірних широт. Підвищення показників температури середовища навіть за наявності інших чинників в оптимальних параметрах призводить до температурної депресії фотосинтезу. За температури вище $30^\circ C$ процеси фотосинтезу у більшості видів таких рослин припиняються. Тобто у період настання високих температур (вище $30^\circ C$) у процесі вегетації посівів культур з фотосинтезом C_3 формування урожаю практично не відбувається через індукований температурний стрес [18, 19].

Водночас для рослин, що походять із субтропіків і тропіків та мають фотосинтез шляху C_4 (шлях Хейла — Слека), температурний оптимум процесів фотосинтезу істотно вищий ($25...30^\circ C$). До того ж такий шлях фотосинтезу дає змогу рослинам здійснювати активний синтез органічних речовин навіть за низького рівня вуглекислого газу (CO_2) у приземному шарі повітря. Серед рослин з фотосинтезом C_4 : кукурудза — *Zea mais* L., просо посівне — *Panicum miliaceum* L., щириця звичайна (загнута) — *Amaranthus retroflexus* L., просо півняче — *Echinochloa crus-galli* (L.) Pal. Beauv., гумаї — *Sorghum halepense* (L.) Pal. Beauv. та ін. Істотне зниження інтенсивності процесів фотосинтезу у них розпочинається за вищих температур середовища [20, 21].

Проте, крім екстремальних значень чинників середовища, на вегетацію рослини значно впливають і антропогенні чинники, що є результатом діяльності людини. До них правомірно віднести активний вплив на режими водного забезпечення і мінерального живлення рослин. Застосування мінеральних добрив, крім позитивного впливу, може завдати їй певної негативної дії. Позитивна роль мінерального живлення виявляється

за умов оптимальної наявності інших чинників середовища, які потрібні рослинам: тепла, світла, води. Якщо хоч один із них є мінімальним, то бажаного позитивного результату від внесення добрив не отримаємо. Водночас застосування мінеральних добрив може й негативно впливати на посіви.

За умов дефіциту вологи в орному шарі ґрунту і значної наявності сполук мінерального живлення (особливо азоту) значно підвищуються показники осмотичного тиску ґрунтового розчину і посилюється ефект негативного впливу посухи на рослини. Навіть наявна в орному шарі волога з високим осмотичним тиском стає недоступною для рослин. Прикладом можуть бути посіви пшениці озимої або кукурудзи, які вирощують за інтенсивними технологіями в умовах ґрунтової посухи [22, 23].

Не менш шкідливою є дія незбалансованого мінерального живлення на рослини. Традиційне захоплення високими нормами внесення сполук азоту, без адекватного балансу їх наявності в орному шарі зі сполуками фосфору та калію ускладнює функціонування всієї системи мінерального живлення рослин, що негативно позначається на рівні їх біологічної продуктивності. Життя ставить перед агрохіміками потребу забезпечення істотно вищої точності і гнучкості. У розрахунках запасів мінерального живлення ґрунту традиційно беруть об'єм орного шару до глибини 0–30 см і на його основі розробляють рекомендації. Логічним є запитання: на яку глибину поширюється первинна коренева система, наприклад, пшениці озимої і на яку вторинна? Чи є сполуки мінерального живлення рослин у горизонті 30–50 см? Тоді наскільки розрахунки норм внесення добрив за такими методиками є адекватними ситуації з мінеральним живленням рослин на конкретному полі?

Які концентрації сполук мінерального живлення у ґрунтовому розчині є оптимальними для рослин сільськогосподарських культур на відповідному етапі їх органогенезу? На такі запитання здатні давати відповідь фізіологи рослин, проте добрива та їх системи застосування готують і здійснюють насамперед агрохіміки. Орієнтири лише на показники урожайності від застосування більших чи менших норм внесення є

емпіричними і далеко не завжди пояснюють причини недостатньої ефективності добрив на полях [25].

Про те, що в нас є дуже великі резерви на такому напрямі знань, свідчить той факт, що на одиницю внесених діючих речовин мінеральних добрив у нашій країні отримують близько 11 одиниць прибавки врожаю зерна. У розвинених країнах Європи цей показник вищий у 2,5–3 рази (Велика Британія, Німеччина, Франція). Це наслідки найрізноплановіших стресів, які в реальності виявляються у посівах культурних рослин за нераціонального застосування мінеральних добрив і відповідно неадекватних матеріальних затрат на технології вирощування.

Не менш актуальними є і стреси у рослин, індуковані гербіцидами. Сучасним агрономам добре відома проблема небажаної післядії гербіцидів на посіви наступних культур. Інтенсивні системи вирощування, наприклад соняшнику, які нині активно рекламують виробники пестицидів, вже наступного року часто демонструють на полях недалекоглядним господарям, що живуть пріоритетами лише цього року (можливість отримати максимальний прибуток сьогодні), інші й небажані результати. Ігнорування заради прибутку сьогодні законів агрономії призводить до порушення сівозмін і оптимальної структури посівів. У південних областях країни пріоритетними на орних землях стали практично дві культури: соняшник і пшениця озима. Головним попередником для посівів пшениці озимої реально став соняшник. Пригнічена дією мінеральних добрив і пестицидів мікрофлора ґрунту за умов дефіциту вологи в другій половині літа і восени не здатна забезпечити деструкцію персистентних гербіцидів, використаних у посівах соняшнику [25, 26].

Відповідно вони мають залишкову дію на нові посіви пшениці озимої. Такі стреси небажані, проте рукотворні і їх потрібно уникати. Зниження рівня урожайності від побічного ефекту залишкової дії гербіцидів досягає 1,5–3 т/га зерна і більше. Ось результат поєднання впливу поганого попередника (соняшник використав запаси вологи у ґрунті на глибину понад 2 м) і хімічного стресу від дії гербіцидів. Виграла сьогодні

на площах соняшнику і відповідно програли на урожайності наступних посівів пшениці. Тонкий бізнес.

Проте це лише невелика частина небажаних побічних впливів гербіцидів. Нині в Україні популярне вирощування посівів сої. Серед різноманіття її сортів деякі підприємливі бізнесмени вже відкрито і завзято рекламують на продаж насіння трансгенної сої. І нічого. Те, що реально порушений Закон України, ніхто не бачить. Тобто не бажає бачити. Навіть впритул. Ні численна і пильна прокуратура, ні Міністерство аграрної політики і продовольства України зі своїми відповідними службами і департаментами. Всі така ситуація влаштовує. Можна жити і так. Трансгенна соя на полях — це ж зручно. Посіяв, обприскав гербіцидом, навіть незважаючи на посіви, і зібрав урожай. Правда, не дуже великий. Хотілося б 5–6 т насіння сої з 1 га, а виходить 3 т. Після застосування гербіцидів на основі гліфосатів посіви жовтіють, проте тижнів за два все-таки знову зеленіють і формують урожай насіння.

Чому жовтіють рослини сої? Це реакція рослини на потужний хімічний стрес, який вони отримують у процесі обприскування гербіцидами. Який може бути стрес у рослин культури, що стійкі до дії гліфосату? Хімічний стрес у рослин стійкої сої відбувається не від дії гліфосату, а насамперед від небажаного впливу допоміжних речовин, що є у препаратах, які призначені для суцільної дії на трав'янисті рослини. Всі гербіциди, що містять гліфосат, є препаратами суцільної дії, а не вибіркової, яка потрібна на посівах генетично модифікованої сої.

Для захисту від сходів бур'янів посівів генетично модифікованих ріпаку, сої, кукурудзи, бавовнику та інших, що вирощують у США, Канаді, Аргентині та інших країнах, застосовують спеціальні препаративні форми з гліфосатом — Раундап Біо [28, 29]. В Україні його офіційної реєстрації немає, оскільки у нас офіційно, начебто, немає виробничого вирощування посівів генетично модифікованих сільськогосподарських культур. У гримасах правових юридичних та інших колізій з генетично модифікованими посівами в Україні мають розбиратись і контролювати ті, хто офіційно зобов'язаний і за

це отримує відповідну та досить пристойну винагороду за рахунок платників податків.

Ми зупинимось на питаннях індукованих хімічних стресів у рослин генетично модифікованої сої, які щороку виробничники обробляють гербіцидами на основі гліфосату. Унаслідок таких хімічних стресів рослин культури зниження рівня урожайності насіння становить від 1 до 2,5 т/га і більше. Ось і «вигода» від вирощування посівів трансгенної сої.

Проблеми хімічного пригнічення сходів актуальні і для захисту посівів буряків цукрових від бур'янів. У середньому кожна доба перебування посівів буряків цукрових у стані хімічного стресу призводить до зниження рівня урожайності коренеплодів восени в середньому на 0,6 т/га. Оскільки період подолання навіть середнього рівня пригнічення рослин культури триває 10–15 днів і більше, то нескладно оцінити втрати урожаю коренеплодів, недоотриманих восени, в результаті невеликої неточності в роботі агронома навесні.

Раціональні способи уникнення стресів у культурних рослин від застосування гербіцидів доцільно розробляти на основі фізіологічних досліджень. Насамперед важливо зменшити обсяги надходження діючих речовин у тканини молодих рослин культури, що можливо досягти зменшенням норм застосування гербіцидів. Водночас таке зменшення призводить до ослаблення їхньої токсичної дії на сходи бур'янів. Залишається можливість рознести дію препаратів у часі, тобто застосовувати систему послідовних обприскувань дуже малими нормами. Така система здатна забезпечувати надійний захист посівів буряків цукрових від сходів бур'янів і не викликати небажаних хімічних дистресів у молодих рослин культури та зниження рівня їх біологічної продуктивності.

Матеріальні затрати на додаткові послідовні обприскування посівів з надлишком компенсує економія сумарних витрат гербіцидів на здійснення такого захисту.

Наведені факти і виявлені закономірності доводять, що стреси є відповідною реакцією живих організмів на вплив чинників навколишнього середовища. Такий вплив може мати найрізноманітніші форми і поєднання.

Якщо еустреси забезпечують рослинам кращу адаптацію до умов вегетації і сприяють підвищенню рівня їхньої біологічної продуктивності, то дистреси для посівів культурних

рослин є серйозною перешкодою до підвищення їх урожайності. Тому завданням науки є розробка способів їх раціонального уникнення або істотного ослаблення.

Висновки

Завданням досліджень мають стати розробки раціональних способів оптимізації умов вегетації посівів культурних рослин від регіонального масштабу до конкретного посіву. Насамперед заслуговують на увагу заходи, що поліпшують погодно-кліматичні чинники довкілля: знижують швидкість руху приземного потоку повітря, підвищують рівень його відносної вологості в період вегетації посівів, зменшують амплітуду добових коливань температури, посилюють регулярність випадання дощів, знижують екстремальні коливання температури, особливо в літній період. Потрібно забезпечити науково обґрунтовану оптимізацію ґрунтових умов вегетації на орних землях. Системи основної підготовки ґрунту мають враховувати фізіологічні потреби

культурних рослин, а не бажання економістів. Система мінерального живлення і забезпечення вологою та енергетичне (світлове забезпечення) у своїй основі має ґрунтуватися на фізіологічних потребах посівів у відповідні етапи їх органогенезу. Системи захисту посівів сільськогосподарських культур від негативного впливу шкідників потрібно будувати так, щоб запобігти хімічним, термічним, енергетичним та іншим дистресам у культурних рослин. Зазначені блоки проблем потребують свого позитивного й екологічно безпечного та послідовного розв'язання аграрною наукою. На такій науковій основі формування біологічно високопродуктивного і стабільного аграрного виробництва, толерантного до природних біологічних систем, матиме перспективу.

Ивашенко А.А.¹, Ивашенко А.А.²

¹Институт биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН, ул. Клиническая, 25, г. Киев, 03141, Украина, ²Институт защиты растений НААН, ул. Васильковская, 33, г. Киев, 03022, Украина; e-mail: 'o_ivashchenko@ukr.net, 'plant_prot@ukr.net

Проблеми стрессов у растений и методы их решения

Цель. Обобщить информацию о различных проявлениях стрессов у растений в процессе их вегетации, раскрыть роль разных форм стрессов и методов избегания негативного влияния на формирование урожая сельскохозяйственных культур. **Методы.** Полевые: морфо-физиологичний для исследований биометрических параметров растений; лабораторные — для биохимических исследований, анатомо-морфологические, сравнительно-морфологические; статистические — сравнительно-расчетный, дисперсионный. **Результаты.** Установлено, что небольшие стрессы (эустрессы) растения легко преодолевают и они способствуют их лучшей адаптации к условиям изменений среды. Значительные стрессы (дистрессы) угнетают биологическую активность растений, снижают уровень их

продуктивности и могут приводить к их гибели. Для избежания стрессов растений целесообразно оптимизировать условия их вегетации. Параметры температуры, степень увлажнения почвы, ее аэрация, режимы минерального питания, освещения не должны выходить за пределы оптимальных. В полевых условиях вегетации достигнуть таких результатов почти невозможно, однако существенно смягчить экстремальные отклонения факторов среды вполне реально. Кроме стрессов, способных индуцировать факторы внешней среды, у посевов сельскохозяйственных культур часто возникают антропогенные стрессы, к которым приводит деятельность человека. Они могут иметь самую разнообразную природу: несбалансированность минерального питания, чрезмерная густота посевов, завышенные нормы расхода гербицидов, последствие препаратов и др. Индуцированные дистрессы могут очень существенно (до 25–35% и больше) снижать уровень биологической продуктивности культурных растений. **Выводы.** Стрессы самой различной природы в посевах сельскохозяйственных культур требуют своего позитивного, экологически безопасного и последовательного решения аграрной наукой. На такой научной основе формирование биологически

високопродуктивного і стабільного аграрного виробництва, толерантного к природним біологічним системам, буде мати перспективу.

Ключевые слова: *середовище, рослини, продуктивність, гербициди.*

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201907-04>

Ivashchenko O.¹, Ivashchenko O.²

¹*Institute of biopower crops and sugar beet of NAAS, Clinichna Str., 25, Kyiv, 03141, Ukraine,* ²*Institute of protection of plants of NAAS, Vasylkivska Str., 33, Kyiv, 03022, Ukraine;* e-mail: ¹*o_ivashchenko@ukr.net,* ²*plant_prot@ukr.net*

Problems of stresses at plants and methods of their solution

The purpose. To generalize information on various developments of stresses at plants during their vegetation, to open the role of different forms of stresses and methods of avoiding negative influence on formation of yield of crops. **Methods.** Field: morpho-physiologic for probes of biometrical parameters of plants; laboratory — for biochemical probes, anatomy-morphological, comparative-morphological; statistical — comparative-calculation, dispersing. **Results.** It is determined that plants easily overcome small stresses (aistresses). Such stresses promote best acclimatization of plants to conditions of environmental changes. Significant

stresses (distresses) oppress biological activity of plants, reduce level of their productivity and can result in their failure. For avoidance of stresses of plants it is expedient to optimize conditions of their vegetation. Parameters of temperature, level of humidification of soil, its aeration, regimes of mineral nutrition, illumination should not exceed optimum ranges. In field conditions of vegetation to attain such results it is almost impossible, however it is quite real to essentially soften extreme aberrations of ecological factors. Except for stresses, capable to induce environmental factors, sowings of crops often have anthropogenic stresses caused by human activity. They can have the diversified nature: imbalance of mineral nutrition, excessive thickness of sowings, overestimated norms of expenditure of herbicides, after-effect of specimens, etc. Induced distresses can essentially (up to 25–35% and more) reduce the level of biological efficiency of cultivated plants. **Conclusions.** Stresses of different nature in sowings of crops require positive, ecologically safe and consecutive solution by agrarian science. On such scientific basis formation of biologically highly productive and stable agrarian production, tolerant to natural biological systems, will have perspective.

Key words: *environment, plants, productivity, herbicides.*

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201907-04>

Бібліографія

1. Ньюмен А. Легкие нашей планеты. Москва: Мир, 1982. 386 с.
2. Рейвн П., Эверт Р., Айкхорн С. Современная ботаника в 2-х томах. Москва: Мир, 1990. 344 с.
3. *Растительный мир Земли*; под ред. Ф. Фукарека, в 2-х томах. Москва: Мир, 1982. 320 с.
4. Sierjacks A., Pommeranz M., Schulz K., Almeida-Cortez J. Is crop yield related to weed species diversity and biomass in coconut and banana fields of northeastern Brazil? *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2016. V. 220. P. 175–183. doi: [org/10.1016/j.agee.2016.01.006](https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.01.006)
5. Harwood J.L., Vigh L. Membranes in stress and adaption. *Stress of Life* (ed. P. Cserehely). Annals New York Acad. Sci. V. 851. New York, 1998. P. 162–168.
6. Cussans J.W. The relative influence of agronomic factors on weed growth and crop yield. *Aspects of Applied Biology*, 91, Crop Protection in Southern Britain, 2009. 6 p.
7. Elstner E.F., Osswald W.H. Mechanisms of oxygen activation during plant stress. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*. 1994. V. 102. P. 131–154. doi: [org/10.1017/S0269727000014068](https://doi.org/10.1017/S0269727000014068)
8. Эзау К. Анатомия семенных растений. Москва: Мир, 1980, кн. 1, 2. 400 с.
9. Ленинджер А. Основы биохимии. Т. 1. Москва: Мир, 1985. 367 с.
10. Лугова Г.А., Карпец Ю.В., Вайнер А.О., Колупаев Ю.Є. Индукування стійкості рослин проса до абіотичних стресорів дією жасминової кислоти. Фізіологія рослин: досягнення та нові напрямки розвитку; за ред. В.В. Моргуна. Київ: Логос, 2017. С. 346–353.
11. Ленинджер А. Основы биохимии. Т. 2. Москва: Мир, 1985. 365 с.
12. Elstner E.F. Mechanisms of oxygen activation in different compartments of plant cells. Eds. Pell E.J., Steffen K.L. 1991. P. 13–25.
13. Schepard A.W., Shaw R.H., Sforza R. Top 20 environmental weeds for classical biological control in Europe: a review of opportunities, regulations and other barriers to adoption. *Weed Research*. 2006. V. 46. P. 93–117. doi: [org/10.1111/j.1365-3180.2006.00497.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2006.00497.x)
14. Rask A.M., Larsen S.U., Andreassen C., Kristoffersen P. Determining treatment frequency for controlling weeds on traffic islands using chemical and non-chemical weed control. *Weed Research*. 2013. V. 53. P. 249–258. doi: [10.1111/wre.12019](https://doi.org/10.1111/wre.12019)
15. Dwyer Z.M., Steward D.W. Indicators of water stress in corn (*Zea mays* L.). *Can. J. Plant*

Sci. 1984. V. 64. № 2. P. 537–546. doi: 10.4141/cjps84-077

16. Dalessandro G., Piro G. Role of calcium during biosynthesis, secretion and organization of cell wall polysaccharides. *Giorn. Bot. Ital.* 1993. V. 127. P. 457–469. doi: 10.1080/11263509309431028

17. Chaves M.M. Effects of water deficit on carbon assimilation. *J. Exp. Bot.* 1991. 42, № 1. P. 1–16. doi: 10.1093/jxb/42.1.1

18. Claerhout S., Recheul D., De C.B. Sensitivity of *Echinochloa crus — galli* populations to maize herbicides: a comparison between cropping systems. *Weed Research.* 2015. V. 55. P. 470–481.

19. Grant R.F., Jackson B.S., Kiniry J.R., Arkin G.F. Water deficit timing effect on yield components in maize. *Agron. J.* 1989. V. 81. № 1. P. 61–65. doi: 10.2134/agronj1989.00021962008100010011x

20. Lemcoff J.H., Loomis R.S. Nitrogen influences on yield determination in maize. *Crop Sci.* 1986. V. 26, № 4. P. 1017–1022.

21. Jordan N.R., Davis A.S. Middle-vey strategies for sustainable intensification of agriculture. *Bio Sci.* 2015. V. 65. P. 513–519. doi: org/10.1093/biosci/biv033

22. Leon R.G., Knapp A.D., Owen M.D.K. Effect of temperature on the germination of common waterhemp (*Amaranthus tuberculatus*), giant foxtail (*Setaria faberi*) and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). *Weed Sci.* 2004. V. 52. P. 67–73. doi: org/10.1614/P2002-172

23. Muchow C. Effect of nitrogen supply on the comparative productivity of maize and sorghum in

a semi-arid tropical environment. I. Leaf growth and leaf nitrogen. *Field Crops Res.* 1988. V. 18, № 1. P. 1–16. doi: org/10.1016/0378-4290(88)90055-x

24. Shrestha A. Management in a modified no-tillage corn-soybean-wheat rotation influences weed population and community dynamics. *Weed Sci.* 2006. № 54. P. 47–58.

25. Prasad M., Rengel Z. Plant acclimation and adaptation to natural and anthropogenic stress. *Stress of Life* (ed. P. Csermely), Annals New York Acad. Sci. 1998. V. 851. New York, P. 216–223. doi: org/10.1111/j.1749-6632.1998.tb08996.x

26. Swanton C.J., Nkoa R., Blackshaw R.E. Experimental methods for crop-weed competition studies. *Weed Sci.* 2015. V. 63. P. 2–11. doi: 10.1614/WS-D-13-00062.1

27. Hulme P.E. Relative roles of life-form, land use and climate in recent dynamics of alien plant distributions in the British Isles. *Weed Research.* 2009. V. 49. P. 19–28. doi: org/10.1111/j.1365-3180.2008.00658.x

28. Milks M.L., Fuxa J.R., Richter A.R., Moser E.B. Multivariate analyse of the factors affecting the distribution, abundance and social form of Louisiana fire ants, *Solenopsis invicta*. *Insectes Sociaux.* 2007. V. 54. V. 283–292. doi: org/10.1007/s.00040-007-0947-4

29. Powles S.B., Preston C. Evolved glyphosate resistance in plants: Biochemical and genetic basis of resistance. *Weed Technology.* 2006. V. 20. P. 282–289. doi: org/10.1614/WT-04-142R.1