

Дія позакореневої обробки гідролізатами сполук природного походження на фізіологічні показники різних за жаро-посухостійкістю сортів озимої пшениці за високих температур вирощування

*В. В. Трач, В. В. Шевченко, О. Ю. Бондаренко, С. А. Гринюк

Інститут фізіології рослин та генетики НАН України, м. Київ, Україна

*Corresponding author. E-mail: valentr2000@ukr.net

Paper received 09.12.19; Accepted for publication 24.12.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-215VII26-04>

Анотація. Вивчено дію біологічно активних речовин: гідролізатів протеїнів пшениці, рибонуклеїнової кислоти та хітину на фізіологічні показники рослин пшениці двох сортів різної жаро-посухостійкості. Показано, що обробка призводить до покращення фізіологічного стану та підвищення врожайності, в умовах, коли активність фотосинтетичного апарату пригнічена підвищеною температурою. Найбільша ефективність обробки досягається при використанні хітозану. Підвищення вмісту хлорофілу, функціональної активності та маси 1000 зерен є більш суттєвим у нестійкого сорту, хоча залишається нижчим за показники більш стійкого сорту.

Ключові слова: *Triticum aestivum L.*, озима пшениця, гідролізат, ефективність обробки, хлорофіл.

Вступ. Температура оточуючого середовища являється важливим фактором, що визначає врожайність сільськогосподарських культур [1]. Навіть підвищення середньої температури за сезон вегетації на 1 °C призводить до втрати врожайності на 17 % [2]. Тому, в умовах глобального потепління клімату, особливо актуальним являється пошук природних, екологічно чистих, речовин, які не забруднюють навколишнє середовище та здатні виступити протектором високотемпературного стресу. Кандидатами на цю роль можуть виявитись речовини природного походження, які викликають у рослин неспецифічну захисну реакцію.

Раніше, нами було показано покращення стану пшениці при обробці посівів хітозаном, який є гідролізатом хітину за дії гербіцидів [3]. Також нами було показано посилення дії гербіцидів на бур'яни при сумісному застосуванні гербіцидів з хітозаном [3, 4]. Але дія цих речовин в якості протектора високих температур не досліджувалась.

Тому **метою** нашої роботи було дослідження дії гідролізатів різних сполук природного походження (екологічних, нетоксичних речовин), а саме хітозану, гідролізату протеїнів пшениці та гідролізату рибонуклеїнової кислоти (РНК) дріжджів на фізіологічні показники різних за жаро-посухостійкістю сортів озимої пшениці, що зростали в умовах підвищених температур.

Матеріали і методи. Для досліджень використані два сорти озимої пшениці Подолянка та Перлина Лісостепу. Ці сорти мають наступні характеристики. Подолянка. Сорт пройшов державне випробування і занесений до реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні з 2003 року. Зона районування - Степ, Лісостеп і Полісся України. Сорт середньоранній. Вегетаційний період 273-284 дні. Стійкий до полягання 7,5-8,6 бали. Морозостійкість перевищує середню, жаро-посухостійкість 8,2-8,5 бали. Перлина Лісостепу. Сорт пройшов державне випробування і занесений до реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні з 2002 року. Зона районування Полісся і Лісостеп України. Господарська і біологічна характеристики. Високоврожайний 44,3-75,2 ц/га, середньостиглий. Вегетаційний період 280-285 днів. Морозо-, зимостійкість середня - 4 бали. Жаро-посухостійкість 5-6 балів.

Рослини озимої пшениці вирощувались на дослід-

них ділянках розміром 1x3 м. Грунт - сірий дерново-підзолестий. Внесення NPK - стандартне за технологією вирощування. Обробка розчином хітозану, гідролізату протеїнів пшениці та РНК дріжджів проводилась позакоренево на фазі цвітіння. Концентрація розчинів – 0,1 %. Вимірювання вмісту хлорофілу та індукції флуоресценції хлорофілу проводили за три тижні після обробки.

Хітозан – полі-(1,4)-2-аміно-2-дезоксі-бета-D-глюкан] (№CAS 9012-76-4) – лінійний полісахарид – похідна природного біополімеру – хітину, другої (після целюлози) за розповсюдженості в природі органічної речовини. РНК дріжджів, її гідролізати, а також компоненти нуклеїнових кислот та їх похідні широко використовуються у виробництві, перш за все, продуктів харчового та медичного призначення [5-7]. Комплексний нуклеотидний препарат, створений групою авторів в кінці 70-х років, одержують при обробці РНК дріжджів рибонуклеазою підшлункової залози крупної рогатої худоби (КРХ) [8-11]. Таким чином, гідролізати рибонуклеїнової кислоти дріжджів не є токсичними та можуть бути застосовані в рослинництві.

Концентрацію хлорофілів а і b в екстрактах визначали за вимірюванням оптичної густини на двох довжинах хвиль на спектрофотометрі “Spekord 200” Analytikjena (Німеччина) за методикою Wellburn [12]. Вимірювання кривих індукції флуоресценції хлорофілу проводили як описано раніше [13]. Температуру та освітленість визначали щоденно опівдні.

Біологічна та аналітична повторюваність дослідів – триразова.

Результати та обговорення. Завдяки процесу фотосинтезу в рослині відбувається синтез цукрів та інших сполук, які безпосередньо впливають на формування врожаю. Швидкість накопичення цих речовин залежить від функціонального стану фотосинтетичного апарату, який суттєво інгібується підвищеною температурою навколишнього середовища. Тому в якості фізіологічних показників рослини було обрано такі показники стану фотосинтетичного апарату як вміст хлорофілу в листках, співвідношення хлорофілів a/b та показники функціональної активності, які визначаються за параметрами індукційної кривої – потенційний квантовий вихід фотосинтезу (Fv/Fm) та «index

vitality», який представляє собою співвідношення максимальної флуоресценції до інтенсивності флуоресценції в стаціонарній фазі (Fm/Fst). Вимірювання температурного режиму показало, що середня температура за період від обробки рослин до моменту визначення функціональних показників (21 день) склала 30,5 °C

при освітленості 49 000 Люкс ФАР (фотосинтетично активної радіації), а з моменту обробки до збору врожаю (45 днів) - 31 °C при освітленості 49 000 Люкс ФАР. Таку температуру можна вважати зависокою для кліматичних зон Лісостепу та Полісся. Результати вимірювань наведені в таблиці.

Табл. Фізіологічні показники стану рослин озимої пшениці за позакореневої обробки пшениці біологічно активними речовинами.

Варіант	Fv/Fm	(Fm/Fst)	Вміст хлорофілу мг/дм ²	Хлорофіл a/b	Маса 1000 зерен, г	Маса 1000 зерен, % до контролю
Перлина Лісостепу, контроль	0,67 ± 0,02	2,66 ± 0,09	5,94 ± 0,40	2,57 ± 0,01	17,88 ± 1,60	0
Перлина Лісостепу, хітозан	0,72 ± 0,01	2,75 ± 0,12	6,65 ± 0,50	2,55 ± 0,02	20,12 ± 2,50	+ 13
Перлина Лісостепу, гпп	0,68 ± 0,01	2,63 ± 0,12	6,47 ± 0,55	2,57 ± 0,02	19,10 ± 1,90	+ 7
Перлина Лісостепу, грнкд	0,70 ± 0,02	2,81 ± 0,08	6,52 ± 0,50	2,60 ± 0,01	19,21 ± 1,60	+ 7
Подольянка, контроль	0,70 ± 0,02	2,60 ± 0,10	6,50 ± 0,51	2,60 ± 0,01	24,67 ± 1,20	0
Подольянка, хітозан	0,70 ± 0,01	2,57 ± 0,13	6,85 ± 0,50	2,60 ± 0,01	27,67 ± 1,50	+ 12
Подольянка, гпп	0,70 ± 0,01	2,59 ± 0,08	6,50 ± 0,53	2,60 ± 0,01	26,00 ± 1,40	+ 5
Подольянка, грнкд	0,70 ± 0,02	2,58 ± 0,11	6,55 ± 0,40	2,70 ± 0,02	26,10 ± 1,10	+ 5

Із даних, наведених в таблиці, видно, що фотосинтетичний апарат контрольних рослин обох сортів озимої пшениці перебуває в пригніченому стані із-за дії високої температури. Про це говорить значення показника Fv/Fm. Для менш стійкого до дії високої температури сорту Перлина Лісостепу він складає 0,67, а для більш стійкого, Подольянки, його значення становить – 0,70. З літературних джерел добре відомо, що для любого виду рослин, які знаходяться в оптимальних умовах, значення показника Fv/Fm завжди становить 0,82 [14]. За дії обробки, у більш стійкого сорту цей показник практично не змінювався. У менш стійкого сорту, який перебував у більш пригніченому стані, спостерігалось підвищення значення цього показника. Найбільше підвищення відбувалось за обробки хітозаном та гідролізатом рибонуклеїнової кислоти дріжджів. Показник Fm/Fst досить сильно варіював у обох сортів, як в контрольних варіантах, так і в варіантах обробки. Значення цього показника могли змінюватись як в сторону збільшення так і в сторону зменшення.

Вміст хлорофілу у листках озимої пшениці суттєво відрізнявся в контрольних варіантах. У менш стійкого до дії підвищених температур сорту Перлина Лісостепу він був на 9% нижчий ніж у більш стійкого сорту – Подольянки. Позакоренева обробка рослин гідролізатами різних сполук також призводила до підвищення вмісту хлорофілу в листках. Найбільше підвищення спостерігалось у варіанті обробки хітозаном менш стійкого сорту і складало 12 %, а у більш стійкого сорту лише 5 %. Найменше - у варіанті обробки гідролізатом протеїнів пшениці. У менш стійкого сорту – 9 %, а у більш стійкого вміст хлорофілу за даної обробки не збільшувався. Співвідношення хлорофілу a/b не змінювалось за всіх варіантів обробки, що означає відсутність зміни в співвідношенні пігмент-білкових комплексів.

Підвищення фізіологічного стану фотосинтетичного апарату рослин пшениці призводило до збільшення врожайності в умовах росту при високих температурах. В таблиці наведено збільшення маси 1000 зерен за

різних типів обробки. Найкращі результати отримані за обробки гідролізатом хітину. У менш стійкого сорту маса 1000 зерен збільшилась на 13 %, хоча і залишалась нижчою ніж в контролі у більш стійкого сорту. У більш стійкого сорту маса 1000 зерен збільшувалась на 12 %. Обробка гідролізатами протеїнів пшениці та РНК дріжджів призводило приблизно до однакового збільшення маси 1000 зерен, на 7 % у менш стійкого сорту та на 5 % у більш стійкого сорту.

Дослідження позакореневої обробки рослин пшениці, які зростали при високих температурах, біологічно активними речовинами вказують, що найбільша ефективність обробки досягається при використанні хітозану. Така обробка призводила до покращення стану фотосинтетичного апарату, а також до підвищення маси 1000 зерен. Ступінь позитивного впливу була більшою у менш стійкого сорту, Перлина Лісостепу, а у більш стійкого, Подольянка, меншою. Обробка гідролізатами протеїнів пшениці та РНК дріжджів мали незначний позитивний вплив як на стан фотосинтетичного апарату, так і на врожайність.

Висновки. Вивчено дію біологічно активних речовин - гідролізатів протеїнів пшениці, гідролізату рибонуклеїнової кислоти та гідролізату хітину на різні за жаро-посухостійкістю сорти озимої пшениці. Показано, що обробка в умовах вегетації при підвищених температурах, коли фотосинтетичний апарат знаходиться в пригніченому стані, призводить до покращення фізіологічного стану та підвищення врожайності. Найбільша ефективність обробки досягається при використанні хітозану. Підвищення вмісту хлорофілу, функціональної активності та маси 1000 зерен є більш суттєвим у нестійкого сорту, хоча залишається нижчим за показники більш стійкого сорту. Мінімальний позитивний вплив відмічається при застосуванні гідролізату протеїнів пшениці. Використання гідролізату рибонуклеїнової кислоти дещо підвищувало фізіологічні показники, але не призводило до значного підвищення маси 1000 зерен.

ЛІТЕРАТУРА

1. Моргун В.В., Швартау В.В., Киризий Д.А. Физиологические основы формирования высокой продуктивности зерновых злаков//Физиология и биохимия культ. растений, 2010. 42(5), С. 371-392.
2. Lobel D.V., Asner G.P. Climate and management contributions to recent trends in U.S. agricultural yields//Science, 2003. 299, P. 1032.
3. Трач В.В. Гуральчук Ж.З., Гринюк С.А., Мордерер С.Ю. Вплив хітозану на фітотоксичну дію гербіциду гранстар//Збірник наукових праць 8-мої науково-теоретичної конференції «Бур'яни, особливості їх біології та систем контролювання у посівах сільськогосподарських культур», 2012, С. 229 – 232.
4. Гуральчук Ж., Трач В., Гринюк С. Мордерер С.Ю. Вивчення ефективності сумісного застосування гербіцидів гранстар і естерон з мікродобривами для обробки рослин пшениці//Збірник наукових праць 8-мої науково-теоретичної конференції «Бур'яни, особливості їх біології та систем контролювання у посівах сільськогосподарських культур», 2012, С. 56 – 59.
5. Земсков В.М., Лидак М.Ю., Земсков А.М. и др. Низкомолекулярная РНК – получение, гидролиз и применение в медицине. Зиннат, Рига. 1985. 191 с.
6. Черникова И.Б., Юнусов М.С. Синтез производных урацила, содержащих в своей структуре остатки янтарной и малеиновой кислот//Бутлеровские сообщения, 2015. 43(7), С. 37-39. ROI: jbc-01/15-43-7-37.
7. Hirashima R., Michimae H., Takemoto H., [et al.]. Induction of the UDP-glucuronosyltransferase 1A1 during the perinatal period can cause neurodevelopmental toxicity//Mol. Pharmacol, 2016. 90. P. 265–274.
8. Шершевская С.Ф., Левина Ф.Г. Клинический опыт применения препаратов РНК при лечении тапето-ретиальных дистрофий//Вестник Акад. Мед. наук СССР, Медицина, Москва, 1978. 10. С. 40-43.
9. Фукс Б.Б., Шершевская С.Ф., Попова Л.М. и др. Заместительный лечебный эффект рибонуклеотидов при некоторых болезнях//Бюлл. эксп. биол. и медицины, 1969. 9. С. 23-26.
10. Авцын А.П., Фукс Б.Б., Шабанова М.Е. и др. Наследственные дистрофии сетчатки у человека в связи с результатами их патогенетической терапии//Вестник Акад. Мед. наук СССР, 1971. 7. С. 63-69.
11. Кацнельсон Л.И., Трутнева К.В., Богословский Н.Е. и др. Результаты длительного динамического наблюдения за применением препарата Энкад при пигментной тапеторетинальной абитрофии//Вестник офтальмологии, 1982. 2. С. 28-29.
12. Wellburn A.R. The spectral determination of chlorophyll *a* and *b* as well as total carotenoids using various solvents with spectrophotometers of different resolution//J. Plant Physiol, 1994. 144. P. 307-313.
13. Kornyejev D.Y. Inhibition of glutamine synthetase activity by phosphinothricin results in disappearance of the peak M2 of the chlorophyll fluorescence induction curve//Photosynthetics, 1999. 36(4). P. 601-604.
14. Lazar D. Chlorophyll *a* fluorescence induction//Biochim. et Biophys. Acta, 1999. 1412(1). P. 1-28.

REFERENCES

1. Morgun V.V., Schwartau V.V., Kiriziy D.A. Physiological fundamentals of grain cereals high productivity forming//Physiology and biochemistry of cultivated plants, 2010. 42(5). P. 371-392.
3. Trach V.V. Guralchuk Zh.Z., Grinyuk S.A., Morderer E.Yu. Influence of chitosan on the phytotoxic effect of granstarb//Collection of scientific papers of the 8th scientific-theoretical conference "Bur", features of their biology and control systems in crops, 2012, P. 229 - 232.
4. Guralchuk J., Trach V., Grinyuk S. Morderer E.Yu. The study of the effectiveness of the combined use of herbicides granstar and estrone with microfertilizers for the treatment of wheat plants//Collection of scientific papers of the 8th scientific-theoretical conference "Bur" of Yana, features of their biology and control systems in crops of crops ", 2012. P. 56-59.
5. Zemskov V.M., Lidak M.Yu., Zemskov A.M. Low molecular weight RNA - preparation, hydrolysis and use in medicine. Zinnat, Riga. 1985. 191 p.
6. Chernikova I.B., Yunusov M.S. Synthesis of uracil derivatives containing succinic and maleic acid residues in their structure//Butler messages, 2015. 43(7). P. 37-39. ROI: jbc-01/ 15-43-7-37.
8. Shershevskaya S.F., Levina F.G. Clinical experience in the use of RNA drugs in the treatment of wallpaper-retinal dystrophies//Herald of Acad. Med. of Sciences of the USSR, Medicine, Moscow, 1978. No. 10. Pp. 40-43.
9. Fuchs B.B., Shershevskaya S.F., Popova L.M. Replacement therapeutic effect of ribonucleotides in some diseases. Bull. exp. biol. and medicine, 1969. 9. P. 23-26.
10. Avtsin A.P., Fuchs B.B., Shabanova M.E. Hereditary retinal dystrophies in humans due to the results of their pathogenetic therapy//Acad newspaper. Med. of Sciences of the USSR. 1971. №7. P.63-69.
11. Katsnelson L.I., Trutneva K.V., Theological N.E. [et al.] Results of long-term dynamic observation of the use of the drug Encad in pigmented tapetoretinal abiotrophy//Journal of Ophthalmology, 1982. 2. P. 28-29.

The effect of foliar treatment of hydrolysates of compounds of natural origin on the physiological parameters of different varieties of heat-drought winter wheat at high temperatures of cultivation

V. V. Trach, V. V. Shevchenko, O. Yu. Bondarenko, S. A. Grinyuk

Abstract. The effect of biologically active substances: hydrolysates of wheat proteins, ribonucleic acid and chitin on the physiological parameters of wheat plants of two varieties of different heat-drought resistance was studied. It has been shown that treatment leads to an improvement in the physiological state and an increase in yield, when the activity of the photosynthetic apparatus is inhibited and the temperature is increased. The highest treatment efficiency is achieved by using chitosan. An increase in chlorophyll content, functional activity and mass of 1000 grains is more significant in the unstable variety, although it remains lower than in the more stable variety.

Keywords: *Triticum aestivum* L., winter wheat, hydrolyzate, processing efficiency, chlorophyll.