




Agriculture.
Plant growingBULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMYISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)<https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk>

original article | UDC 633.1:631 | doi: 10.31210/visnyk2022.02.03

PHYSIOLOGICAL REACTION OF PLANTS OF *FAGOPYRUM ESCULENTUM* MOENCH
BUCKWHEAT VARIETIES UNDER DIFFERENT HYDROPRIMING REGIMES IN THE EARLY
STAGES OF ONTOGENESISV. Liashenko¹T. Sakhno^{1,2*}O. Tryhub³A. Semenov²ORCID  [0000-0003-0177-6209](https://orcid.org/0000-0003-0177-6209)ORCID  [0000-0001-7049-4657](https://orcid.org/0000-0001-7049-4657)ORCID  [0000-0003-3346-9828](https://orcid.org/0000-0003-3346-9828)ORCID  [0000-0003-3184-6925](https://orcid.org/0000-0003-3184-6925)¹ Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine² Poltava University of Economics and Trade, 3, Koval str., Poltava, 36003, Ukraine³ Ustymivka experimental station of plant growing of the Institute of Plant growing named after V. Ya. Yuriev of NAAS of Ukraine, 25, academician Vavylova str., v. Ustymivka, Hlobyno district, Poltava region, 39074, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: sakhno2003@ukr.net

How to Cite

Liashenko, V., Sakhno, T., Tryhub, O., & Semenov, A. (2022). Physiological reaction of plants of *Fagopyrum esculentum* Moench buckwheat varieties under different hydropriming regimes in the early stages of ontogenesis. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 30–38. doi: 10.31210/visnyk2022.02.03

*In modern conditions of the need to increase the volume of agricultural production, it may be appropriate to use priming technologies to prepare seed for sowing. We studied the physiological reactions of plants of buckwheat cultivars *Fagopyrum esculentum* Moench under different regimes of hydropriming in the early stages of ontogenesis. We have studied the physiological responses of *Fagopyrum esculentum* Moench buckwheat cultivars under various hydropriming regimes at the early stages of ontogenesis. The electrical conductivity of buckwheat seeds was determined by the release of electrolytes into solution during 2–24 h of seed hydration at a temperature of 20°C using an AD8000 ADWA multimeter. Laboratory experiments were performed in three biological and five analytical replicates. In a laboratory experiment, vigour was assessed on day 3 and germination on day 7. Data were processed by conventional statistical methods of analysis. The data were processed by generally accepted statistical methods of analysis. It was found that the buckwheat varieties Rozhevokvita 2-19 and P-454 increased the electrical conductivity of seed exudates in 300 minutes by 52 and 78 % respectively. During priming, the seed growth energy is maximally increased by 46 % for the Rozhevokvita 2-19 variety after 24 hours, and by 70 % for the P-454 variety after 10 hours of priming. It was found that for varieties with low growth vigour Rozhevokvita 219 and R-454, hydro-priming increased the energy for 10 hours of seeding by 3.5 and 6 times, respectively. With regard to the buckwheat variety P-338, it is advisable to note the reduction of vigour after priming by almost 40 %. The obtained results reveal some aspects of the mechanism of interaction of hydropriming with plant objects, which allow more reasonable use of hydropriming regimes for growing different varieties of buckwheat.*

Key words: sowing buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench), hydro-priming, electrical conductivity, ontogenesis, germination, vigour.

ФІЗІОЛОГІЧНА РЕАКЦІЯ РОСЛИН СОРТІВ ГРЕЧКИ ПОСІВНОЇ *FAGOPYRUM ESCULENTUM* MOENCH ЗА УМОВИ РІЗНИХ РЕЖИМІВ ГІДРОПРАЙМІНГУ НА РАННІХ ЕТАПАХ ОНТОГЕНЕЗУ

В. В. Ляшенко¹, Т. В. Сахно^{1,2}, О. В. Тригуб³, А. О. Семенов²

¹ Полтавський державний аграрний університет, Полтава, Україна

² Полтавський університет економіки і торгівлі, Полтава, Україна

³ Устимівська дослідна станція рослинництва Інституту рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН, с. Устимівка, Полтавська область, Україна

У сучасних умовах необхідності збільшення обсягів виробництва сільськогосподарської продукції доцільним може бути застосування технологій праймінгу для підготовки насінневого матеріалу до сівби. Ми дослідили фізіологічні реакції рослин сортів гречки посівної *Fagopyrum esculentum* Moench при різних режимах гідропраймінгу на ранніх етапах онтогенезу. Електропровідність насіння гречки посівної визначали за виходом електролітів у розчин протягом 2–24 год. гідратації насіння за температури 20 °С за допомогою мультиметра AD8000 ADWA. Лабораторні дослідження проведені у трьох біологічних і п'яти аналітичних повторях. У лабораторному експерименті енергія проростання оцінювалася на 3-й день, а схожість – на 7-й день. Дані оброблялися загальноприйнятими статистичними методами аналізу. Виявлено, що у гречки сортів Рожевоквіта 2-19 і П-454 електропровідність ексудатів з насіння збільшилася за 300 хв. на 52 і 78 %, відповідно. За умови гідропраймінгу енергія росту насіння максимально збільшується для сорту Рожевоквіта 2-19 після 24 годин на 46 %, а для сорту П-454 – після 10 годин праймінгу на 70 %. Визначено, що для сортів з низькою енергією росту Рожевоквіта 2-19 та П-454 гідропраймування збільшило енергію проростання за 10-и годинний праймінг у 3,5 раза та 6 разів, відповідно. Стосовно сорту гречки П-338 доцільно відзначити зниження енергії проростання після праймінгу майже на 40 %. Отримані результати розкривають окремі сторони механізму взаємодії гідропраймінгу з рослинними об'єктами, що дозволяють більш обґрунтовано використовувати режими гідропраймінгу для вирощування різних сортів гречки посівної.

Ключові слова: гречка посівна (*Fagopyrum esculentum* Moench), гідропраймінг, електропровідність, онтогенез, енергія проростання, схожість.

Вступ

Збільшення врожайності та виробництва сільськогосподарської продукції є пріоритетним напрямом економічного розвитку України. Підвищити продуктивність може застосування ефективних технологій підготовки насінневого матеріалу до сівби (хімічні, термохімічні, термічні методи і технічні засоби), а також енергоекономічні прийоми під час обробки не тільки насіння, а й рослин. Багато позитивних відгуків отримала обробка насіння за технологією праймінгу: охолодження [1], тепловий стрес і дія низькоінтенсивного електромагнітного поля [2, 3], дія УФ-С випромінювання [4] та ультразвуку [5]. Усі види праймінгу під час впливу на насіння рослин мають, відповідно, зони стимуляції та пригнічення залежно від технології обробки. Широко вивчено гідрота осмопраймінг [6]. Гідропраймінг насіння виявився ефективним підходом, що призводить до посилення появи сходів і підвищеного рівня толерантності до навколишнього середовища та інших стресових умов [7]. Обробка чистою водою [8], коли насіння опускають у дистильовану воду, збільшує швидкість поглинання азоту 11 кілограмів на гектар.

Автори [9] вивчали та спостерігали якість звичайного праймування (12 годин) на насінні кукурудзи протягом двох років. Було встановлено, що результати врожайності були неоднаковими, але спостерігаються ефекти в рості, цвітінні та дозріванні, зокрема більший приріст вегетативної маси, більш раннє цвітіння та дозрівання [10]. Замочування насіння ячменю у воді призводить до кращих показників зрілого насіння та якості соломи. Замочування насіння пшениці у воді протягом близько 12 годин призводить до кращого процесу проростання [11]. Ґрунтування насіння гороху манітолом (4 %) та водою протягом 12 годин за температури близько 25 °С збільшує кількість гілок рослин та біомаси [12]. Гідропраймування насіння квасолі у воді протягом 7–14 годин призводить до кращого росту і розвитку та покращення продуктивності [13]. Метою дослідження [5] було визначення впливу гідропраймінгу та соно-гідропраймінгу на швидкість гідратації зерен рису та

оцінка застосування моделі дифузії Фіка та моделі Пелега для прогнозування поглинання вологи в зерні за обома методами праймінгу, оцінка впливу гідропраймінгу та соно-гідропраймінгу на енергію проростання рису та зміну його морфологічної структури.

Галопраймінг включає замочування насіння в аерованих розчинах неорганічних солей (нітрат калію, хлорид натрію, сульфат кальцію та хлорид кальцію) змінної концентрації [14].

При осмопраймінгу насіння замочують в аерованому розчині цукрів (сорбіт, маніт та ін.), або поліетиленгліколі з подальшим висушуванням поверхні або повторним висушуванням до початкової маси.

Праймінг матриці, відомий як тверде матричне кондиціонування, здійснюється з контрольованою та обмеженою гідратацією, як при гідропраймінгу та осмопраймінгу. Однак праймінг матриці використовує тверде середовище (матриця, яка доставляє воду та поживні речовини насінню до появи радикулу, включаючи вермикуліт і діатомітовий та водопоглинальний полімер). Багато природних речовин використовувались як матриці для твердого праймування, наприклад, вугілля, тирса, вермикуліт, кальцинований каолін, деревне вугілля та комерційні субстрати – продукти на основі гумінової кислоти, які використовуються для поліпшення властивостей ґрунту [7].

Nutripriming – це праймінг насіння в різних розчинах мікроелементів, який останнім часом набирає обертів. Це покращує доступність мікроелементів у рослинах та їхнє остаточне засвоєння в насінні (біопраймування). Результати багатьох досліджень свідчать, що праймування насіння цинком, бором та магнієм із заздалегідь оптимізованими показниками покращує продуктивність різних польових культур завдяки покращенню показників схожості, росту та урожайності [15].

Відомо також, що праймінг насіння гормонами, ризобактеріями, що стимулюють ріст рослин, та іншими джерелами органіки покращує ріст і продуктивність польових та садових культур в оптимальних та несприятливих умовах [16, 17].

Однак механізм процесів праймінгу з насінням різних рослин до кінця невивчений. Незважаючи на існування різних точок зору, багато вчених єдині в головному: праймінг впливає, насамперед, на фізико-хімічні процеси, а через них – на спрямованість біохімічних реакцій. Зважаючи на це, актуальним є дослідження фізіологічних ефектів, які викликає у рослин гідропраймінг на ранніх етапах онтогенезу.

Проникність клітинних мембран насіння і, як наслідок, електропровідність витяжки з них можуть бути показником схожості та енергії проростання насіння. Висока електропровідність фільтратів із насіння вказує на низьку польову схожість. Електропровідність збільшується через зниження активності клітинних мембран, пошкодження плазмалем та утворення вільних радикалів.

Тест на електропровідність заснований на тому, що насіння при замочуванні у воді виділяє іони, цукри та інші метаболіти на початку періоду замочування через зміни цілісності клітинних мембран залежно від кількості води та рівня псування насіння. У зіпсованому насінні механізм відновлення відсутній або неефективний, або мембрани повністю пошкоджені, що дає змогу вимивати більшу кількість електроліту. Хоча результати випробувань на електропровідність відтворюються в лабораторіях, деякі фактори впливають на результати, такі як розмір насіння, температура замочування, період замочування, початковий вміст води і наявність фізично пошкодженого насіння. Проте всі ці фактори можна контролювати, щоб мінімізувати їхній вплив [18]. Крім того, існує інша група факторів, які не можна легко контролювати, наприклад, вплив генотипу, стадія розвитку насіння під час збирання та умови зберігання.

Мета цієї роботи – вивчити фізіологічні реакції рослин сортів гречки посівної *Fagopyrum esculentum* Moench з колекції Устимівської дослідної станції рослинництва Інституту рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН (с. Устимівка, Глобинський район, Полтавська область) при різних режимах гідропраймінгу на ранніх етапах онтогенезу.

Завдання дослідження: визначити залежність електропровідності витяжки з насіння від часу замочування за умови без промивання насіння та після триразового промивання дистильованою водою; дослідити залежність енергії проростання сортів гречки залежно від тривалості гідропраймінгу; проаналізувати вплив режимів праймування на морфометричні параметри ювенільних рослин гречки посівної.

Матеріали і методи досліджень

Як стимулюючий фактор впливу на рослини було вибрано гідропраймінг. Насіння гречки посівної (*Fagopyrum esculentum* Moench) були оброблені наступними режимами: 10 і 24 години замочування. Контролем виступало необроблене насіння.

Вибір режимів праймування обумовлений виконаними раніше теоретичними й експериментальними дослідженнями праймінгу взаємодії з біологічною мембраною, які підтвердили правильність узяті як об'єкт для електродинамічного аналізу моделі структури біологічної мембрани. Енергія проростання та схожість у лабораторному експерименті оцінювалися на 3-й і 7-й день, відповідно. Обидва показники відображені у відсотках пророслого насіння до їхньої загальної кількості у пробі. Пророслими вважали насіння, у яких довжина корінців або одного головного корінця становила не менше довжини насінини, а довжина проростка досягала не менше половини довжини насіння [19]. Повторність досліду була триразовою.

Для оцінки посівних якостей насіння сільськогосподарських культур використовується фізіологічний параметр «вихід електролітів» із насіння. Вважається, що чим нижча питома електропровідність водних витяжок із насіння, тим міцніше клітинні мембрани. Електропровідність аналізували за дослідженнями [18, 22]. Три зразки з 10 г насіння без механічних пошкоджень. Насіння спочатку тричі промивали водою, потім кілька разів промивали деіонізованою водою та замочували в 200 мл конічній колбі з 100 мл деіонізованої води. Електропровідність насіння гречки визначали за виходом електролітів у розчин протягом 2–24 год. гідратації насіння за температури 20 °C за допомогою мультиметра AD8000 ADWA [22].

Лабораторні досліди проведені у трьох біологічних і п'яти аналітичних повторях. Дані оброблялися загальноприйнятими статистичними методами аналізу [23].

Результати досліджень та їх обговорення

Пусковим фактором проростання насіння є процес набування, пов'язаний з надходженням води через напівпроникні прикордонні бар'єри (насінневі покриви, клітинні стінки і мембрани). Однак швидкість надходження води і інтенсивність виходу речовин через насінневі покриви визначаються властивостями цих бар'єрів, фізіологічною якістю насіння [24] і впливом на них ендо- та екзогенних факторів. Зважаючи на це, на насінні ди- і тетраплоїдних форм гречки вивчені цілісність їх насінневих оболонок і функціональна активність клітинних мембран під час набування під дією праймінгу в декількох режимах, що розрізняються часом впливу. Кондуктометричний метод дає змогу оцінити цілісність клітинних мембран за виходом клітинних метаболітів, зокрема електролітів (таких як сахарофосфати, амінокислоти, K⁺ тощо) в розчин. Залежно від того, як насіння гідратується, здатність їх клітинних мембран до відновлення пошкоджень, отриманих у період дозрівання та зберігання, буде впливати на ступінь виходу електролітів. Отже, чим вище швидкість, з якою насіння можуть відновлювати цілісність мембран, тим нижче вихід електролітів і тим краще якість насіння.

1. Характеристика сортів гречки, які використовувалися у дослідженнях

Назва сорту гречки	№ Національного каталогу України	Рік отримання урожаю	Сорти гречки за хромосомним складом
Ольга	UC0102215	2020	диплоїд
П-338	UC0100969	2019	тетраплоїд
П-454	UC0101071	2018	диплоїд
РС-9-13	UC0102020	2020	диплоїд
Рожевоквіта 2-19	UC0102225	2020	диплоїд

Результати дослідження залежності електропровідності витяжки з насіння від часу замочування представлені на рисунках 1–2.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

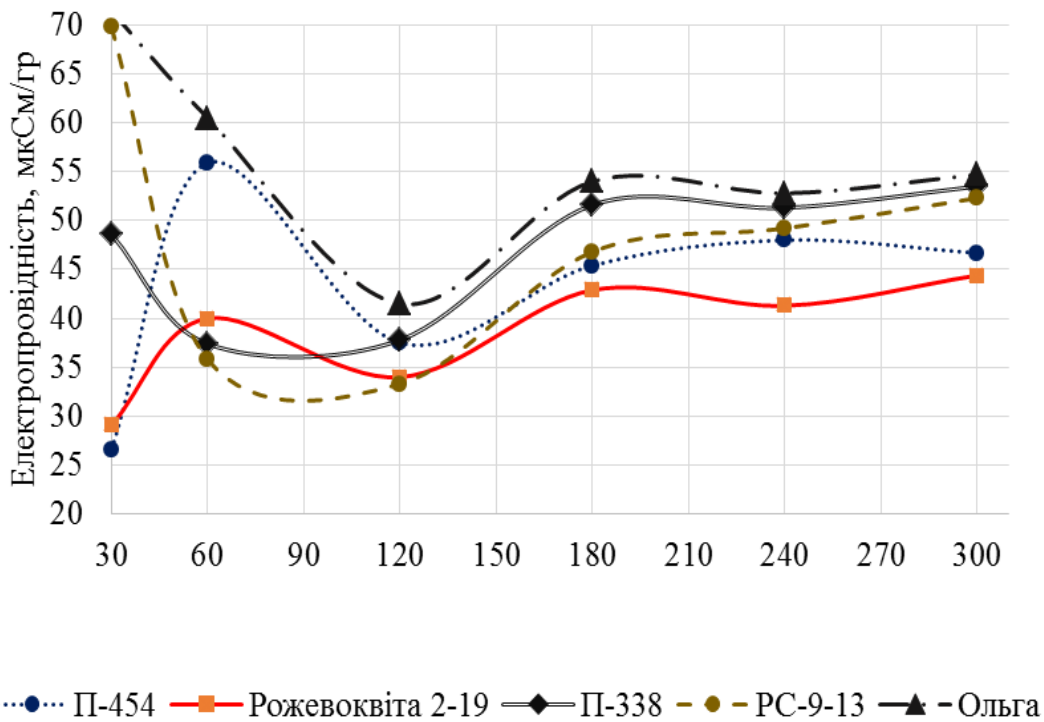


Рис. 1. Залежність електропровідності витяжки з насіння від часу замочування без попереднього промивання насіння

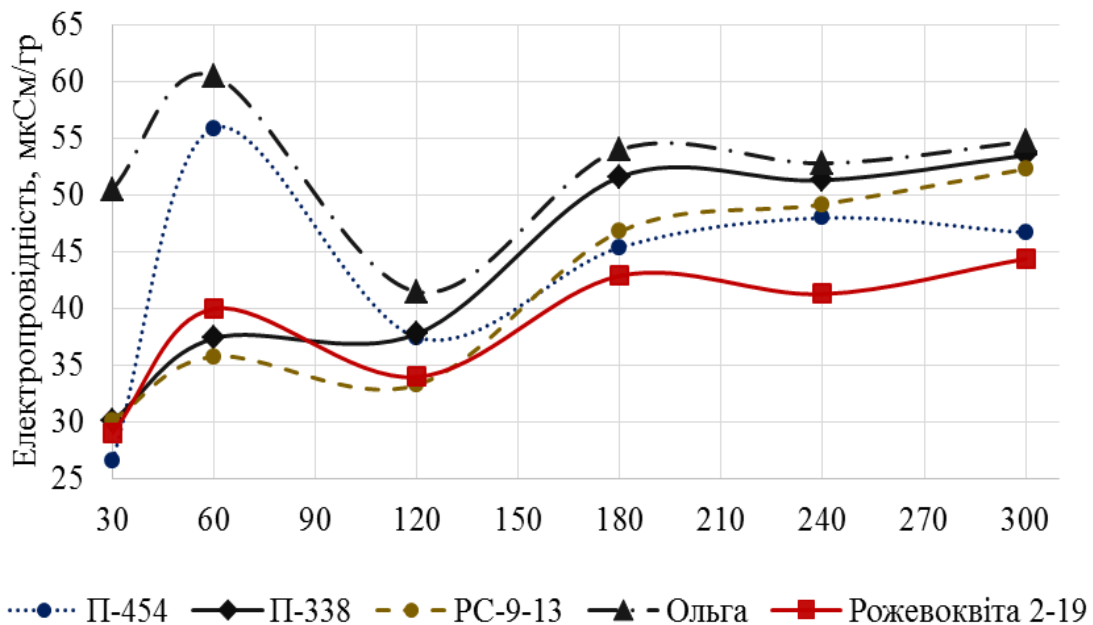


Рис. 2. Залежність електропровідності витяжки з насіння від часу замочування після триразового промивання дистильованою водою

Під час експерименту встановлено, що у гречки сортів Рожевоквіта 2-19 і П-454 електропровідність ексудатів з насіння збільшилася за 300 хв. на 52 і 78 % відповідно. За праймінгу енергія росту насіння гречки (рис. 3) максимально збільшується для сорту Рожевоквіта 2-19 після 24 годин (з 13 % до 59 %), а для сорту П-454 – після 10 годин праймінгу (з 14 % до 84 %).

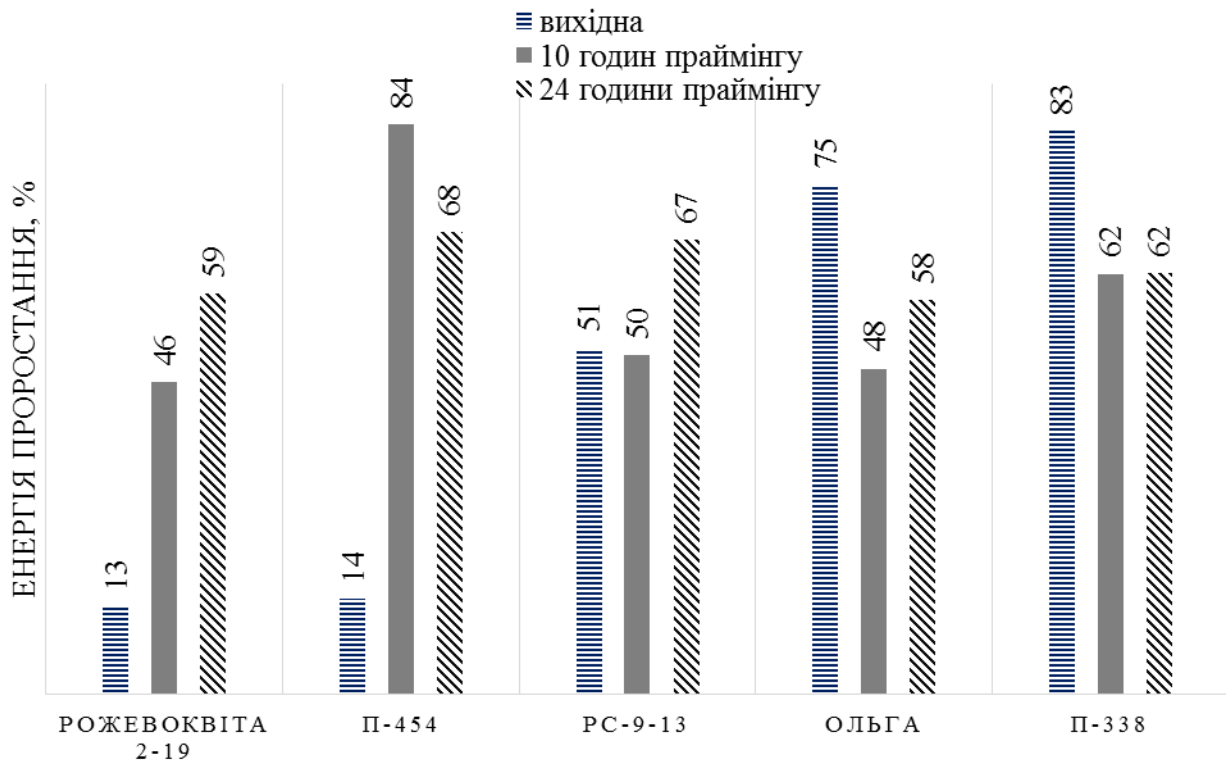


Рис. 3. Залежність енергії проростання сортів гречки залежно від тривалості гідропраймінгу

Зі збільшенням часу до 30 хв. мембрани насіння гречки все більше дестабілізуються та вихід електролітів стає вищим. Однак для різних сортів гречки електропровідність змінюється нерівномірно: для П-454 Рожевоквіта 2-19 – збільшується; для Ольга, РС-9 і П-338 – зменшується й уже після 2 годин стабілізується, а з часом для всіх сортів – збільшується. У всіх сортів гречки через 2 години після інкубації насіння у воді виявляється чітка залежність електропровідності ексудатів від часу. До кінця експерименту відзначені зниження проникності покривів і стабілізація мембранного комплексу. Через 300 хв. гідратації насіння проникність насінневих оболонок була вище контролю на 24, 30, 32, 41 і 57 % для сортів П-454, Рожевоквіта 2-19, Ольга, П-338 і РС-9-13 відповідно. За результатами досліджень лише для сорту гречки Рожевоквіта 2-19 спостерігається кореляція електропровідності з енергією проростання (рис. 2).

Далі проведено дослідження ростових процесів сортів гречки, насіння яких були оброблені двома режимами гідропраймінгу. Виявлено, що для сортів з низькою енергією росту Рожевоквіта 2-19 та П-454 гідропраймування збільшило енергію за 10-годинний праймінг у 3,5 рази та 6 разів відповідно. Для сорту гречки РС-9-13 зміни були незначні, а для сортів Ольга та П-338 енергія проростання знизилась за 10-годинного праймінгу на 1,9 % і 36 % відповідно, та на 29,3 % за 24-годинний праймінг для сорту Ольга. Однак для сорту гречки РС-9-13 через 24-годинний праймінг відбулося зростання енергії проростання на 31,4 % щодо контролю (рис. 3). Стосовно сорту гречки П-338 доцільно відзначити зниження енергії проростання після праймінгу майже на 40 % та її незмінність від 10-и і 20-и годинного праймінгу. Максимальне зниження посівних якостей відзначено у сорту гречки Ольга з мінімальним часом гідропраймінгу 10 годин.

Аналіз посівних якостей насіння різних сортів після впливу гідропраймінгу показав, що, як результат, обговорювані показники можуть підвищуватись у 3–5 разів за низьких початкових значеннях. Водночас енергія проростання і схожість може й зменшуватись на 20–30 % за умови гідропраймінгу, а на деякі сорти взагалі не чинили достовірно значимого впливу (див. рис. 3).

Під час дослідження встановлено дещо інша реакція ростових процесів гречки різних сортів у відповідь на два режими праймування. Виявлено, що всі режими стимулювали ріст пагонів (табл. 2).

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

2. Вплив режимів праймування на морфометричні параметри ювенільних рослин гречки посівної

Сорт	Режим обробки, год.	Довжина, мм		Маса, г
		корені	проростки	
П-454	0	70	56	0,173
	10	71	54	0,171
	24	66	68	0,167
П-338	0	40	30	0,110
	10	55	62	0,189
	24	37	37	0,150
Рожевоквіта 2-19	0	52	69	0,162
	10	32	35	0,125
	24	63	71	0,170
Ольга	0	52	37	0,184
	10	55	58	0,200
	24	44	44	0,182
РС-9-13	0	70	80	0,170
	10	86	93	0,210
	24	37	41	0,105

Відзначено збільшення довжини проростків після впливу праймування: в разі різних сортів від 2,9 % (Рожевоквіта 2-19 при 24-и годинному праймінгу) до 107 % (П-338 при 10-и годинному праймінгу) і тільки у двох сортів П-454 та Рожевоквіта 2-19 при 10-и годинному праймінгу спостерігалось зменшення довжини пагонів на 3,6 і 49 % відповідно (див. табл. 2). Причому довжина корінців при 10-и годинному праймінгу збільшувалася незначно і відрізнялася від контролю – від 5,8 % (сорт Ольга) до 27,3 % (сорт П-338).

Реакція ростових процесів коренів залежала від сорту. Застосування праймінгу знижувало довжину коренів майже у всіх сортів: при 24-и годинному замочуванні П-454 – на 6 %, П-338 – на 7,5 %, Ольга – на 15 %, а при 10-и годинному замочуванні Рожевоквіта 2-19 – на 8 %. Приріст маси був більш істотним – від 4,9 % (Рожевоквіта 2-19 при 24-и годинному праймінгу) до 71,8 % (П-338 при 10-и годинному праймінгу). Збільшення спостерігалось для сорту П-338 на 71,8 % при 10-и годинному і зменшення на 36,4 % при 24-и годинному праймуванні.

Аналіз впливу різних режимів праймінгу на накопичення маси проростків у рослин гречки сорту П-338 показав позитивні результати у обох дослідних варіантах. Найбільш істотно накопичення маси щодо контролю підвищувало застосування режиму 10-и годинного праймінгу для сорту П-338 – 71,8 %. Негативний результат отримано для режиму Рожевоквіта 2-19 при 10-и годинному праймінгу – 22,8 %, хоча при збільшенні часу праймування до 24-х годин – негативний результат змінюється на незначний позитивний – 4,9 %. (див. табл. 2). Отже, приріст маси відбувався або за рахунок підвищення оводненості в результаті осмотичного стресу, або за рахунок зрушень в активності й інтенсивності метаболічних процесів.

Висновки

Отже, встановлена сортоспецифічна реакція ди- і тетраплоїдних сортів гречки посівної на режими праймінгу. Відзначено, що для сорту П-454 електропровідність ексудатів збільшується менше – всього на 24 %, а праймування насіння цього сорту при 10-и та 24-х годинах не дає позитивного ефекту. Тоді як для сорту П-338 електропровідність збільшується на 41 % і праймування дає майже для всіх досліджуваних показників позитивні результати.

Також виявлено, що за залежністю електропровідності ексудатів можна зробити висновок про застосування режимів гідропраймування – при збільшенні електропровідності через 300 хвилин на 40–50 % можна рекомендувати праймування насіння, а при 24–30 % праймування може призводити до гальмування проростання та ростових процесів щодо контролю. Отримані результати розкривають окремі сторони механізму взаємодії гідропраймінгу з рослинними об'єктами та дадуть змогу більш обґрунтовано використовувати певні режими гідропраймінгу при вирощуванні різних сортів гречки посівної.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні впливу іншого виду праймінгу – УФ-С випромінювання на фізіологічну реакцію рослин гречки посівної.

References

1. Song, Y., Jia, Z., Hou, Y., Ma, X., Li, L., Jin, X., & An, L. (2020). Roles of DNA Methylation in Cold Priming in Tartary Buckwheat. *Frontiers in Plant Science*, 11, 608540. doi: 10.3389/fpls.2020.608540
2. Elovskaya, ZH. E., Mazec, N. V., Pushkina, V. A., & Karpovich, N. A. (2016). Osobennosti reakcii tetraploidnyh sortov grechihy posevnoj (Fagopyrum Sagittatum Gilib) na nizkointensivnoe elektromagnitnoe vozdejstvie na nachal'nyh etapah ontogeneza. *Vesci Belorusskogo Gosudarstvennogo Pedagogicheskogo Universiteta*, 3 (1), 14–22. [In Russian].
3. Mazets, Z. E., Susha, O. A., Yalousskaya, N. A., Kalatskaja, J. N., & Bonina, T. A. (2017). Issledovanie fiziologicheskikh effektov nizkointensivnogo elektromagnitnogo izlucheniya na grechihe posevnoj. *Zhurnal Belorusskogo Gosudarstvennogo Universiteta*, 2, 36–42. [In Russian].
4. Semenov, A., Sakhno, T., Hordieieva, O., & Sakhno, Y. (2021). Pre-sowing treatment of vetch hairy seeds, vicia villosa using ultraviolet irradiation. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 7 (4), 555–564. doi: 10.22034/gjesm.2021.04.05
5. Kalita, D., Jain, S., Srivastava B., & Goud, V. V. (2021). Sono-hydro priming process (ultrasound modulated hydration): Modelling hydration kinetic during paddy germination. *Ultrasonics Sonochemistry*, 70, 105321. doi: 10.1016/j.ultsonch.2020.105321
6. Hasanuzzaman, M., & Fotopoulos, V. (Eds.). (2019). *Priming and pretreatment of seeds and seedlings implication in plant stress tolerance and enhancing productivity in crop plants*. Springer.
7. Paparella, S., Araújo, S. S., Rossi, G., Wijayasinghe, M., Carbonera, D., & Balestrazzi, A. (2015). Seed priming: state of the art and new perspectives. *Plant Cell Reports*, 34 (8), 1281–1293. doi: 10.1007/s00299-015-1784-y
8. Thapa, S., Adhikari, J., Limbu, A. K., Joshi, A., & Nainabasti, A. (2020). Significance of seed priming in agriculture and for sustainable farming. *Tropical Agroecosystems (TAEC)*, 1 (1). doi: 10.26480/taec.01.2020.01.06
9. Murungu, F. S., Chiduza, C., Nyamugafata, P., Clark, L. J., Whalley, W. R., & Finch-Savage, W. E. (2004). Effects of “on-farm seed priming” on consecutive daily sowing occasions on the emergence and growth of maize in semi-arid Zimbabwe. *Field Crops Research*, 89 (1), 49–57.
10. Harris, D., Pathan, A., Gothkar, P., Joshi, A., Chivasa, W., & Nyamudeza, P. (2001). Effect of salicylic acid on growth and enzyme activities of wheat seedlings. *Acta Agronomica Hungarica*, 53 (4), 433–437. doi: 10.1556/AAgr.53.2005.4.9
11. Giri, G. S., & Schillinger, W. F. (2003). Seed Priming Winter Wheat for Germination, Emergence, and Yield. *Crop Science*, 43 (6), 2135–2141. doi: 10.2135/cropsci2003.2135
12. Kaur, S., Gupta, A. K., & Kaur, N. (2002). Effect of osmo-and hydropriming of chickpea seeds on crop performance in the field. *International Chickpea and Pigeonpea Newsletter*, 9, 15–17.
13. Ghassemi-Golezani, K., Chadordooz-Jeddi, A., Nasrullahzadeh, S., & Moghaddam, M. (2010). Influence of hydro-priming duration on field performance of pinto bean (*Phaseolus vulgaris L.*) cultivars. *African Journal of Agricultural Research*, 5 (9), 893–897.
14. Jisha, K. C., & Jos, T. (2014). Puthur Halopriming of seeds imparts tolerance to NaCl and PEG induced stress in *Vigna radiata (L.) Wilczek* varieties. *Physiology and Molecular Biology Plants*, 20 (3), 303–312. doi: 10.1007/s12298-014-0234-6
15. Majda, C., Khalid, D., Aziz, A., Rachid, B., Badr, A.-S., Lotfi, A., & Mohamed, B. (2019). Nutri-priming as an efficient means to improve the agronomic performance of molybdenum in common bean (*Phaseolus vulgaris L.*). *Science of The Total Environment*, 661, 654–663. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.01.188
16. Maksimov, I. V., & Hajrullin, R. M. (2019). Fitoimmunitet i mikrobiom rastenij. *Agrarnaya Nauka*, 2, 40–44. doi: 10.32634/0869-8155-2019-326-2-40-44 [In Russian].
17. Rhaman, M. S., Imran, S., Rauf, F., Khatun, M., Baskin, C. C., Murata, Y., & Hasanuzzaman, M. (2021). Seed Priming with Phytohormones: An Effective Approach for the Mitigation of Abiotic Stress. *Plants*, 10, 37. doi: 10.3390/plants10010037
18. Fessel, S. A., Vieira, R. D., Cruz, M. C. P. D., Paula, R. C. D., & Panobianco, M. (2006). Electrical conductivity testing of corn seeds as influenced by temperature and period of storage. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41 (10), 1551–1559. doi: 10.1590/S0100-204X2006001000013

-
19. DSTU 4138-2002. *Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti. Chynnyi vid 2004-01-01.* (2002). Kyiv [In Ukrainian].
20. Xu, L., Pan, Y., & Yu, F. (2015). Effects of water-stress on growth and physiological changes in *Pterocarya stenoptera* seedlings. *Scientia Horticulturae*, 190, 11–23.
21. Bailly, C., Audigier, C., Ladonne, F., Wagner, M. H., Coste, F., Corbineau, F., & Come, D. (2001). Changes in oligosaccharide content and antioxidant enzyme activities in developing bean seeds as related to acquisition of drying tolerance and seed quality. *Journal of Experimental Botany*, 52, 701–708.
22. TeKrony, D. M. (1995). Seed Vigor Testing. *Journal of Seed Technology*, 8, 55–60.
23. Zajcev, G. N. (1984). *Matematicheskaya statistika v eksperimental'noj botanike*. Moskva: Nauka [In Russian].
24. Pushkina, N. V., Kurchenko, V. P., & Kalackaya, Zh. N. (2016). Vozmozhnost' ispol'zovaniya elektrofizicheskikh metodov dlya ocenki fiziologicheskogo kachestva semyan kukuruzy. *Vestnik Bishkekского Gosudarstvennogo Universiteta, Seriya 2 Himiya. Biologiya. Geografiya*, 1, 26–30. [In Russian].
25. Semenov, A., Sakhno, T., & Semenova, K. (2021). Influence of UV Radiation on Physical and Biological Properties of Rapeseed in Pre-Sowing Treatment. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 10 (4), 217–223. doi: 10.35940/ijitee.D8587.0210421
26. Semenov, A., Korotkova, I., Sakhno, T., Marenych, M., Hanhur, V., Liashenko, V., & Kaminsky, V. (2020). Effect of UV-C radiation on basic indices of growth process of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds in pre-sowing treatment. *Acta agriculturae Slovenica*, 116/1, 49–58. doi: 10.14720/aas.2020.116.1.1563

Стаття надійшла до редакції: 14.03.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Ляшенко В. В., Сахно Т. В., Тригуб О. В., Семенов А. О. Фізіологічна реакція рослин сортів гречки посівної *Fagopyrum esculentum* Moench за умови різних режимів гідропраймінгу на ранніх етапах онтогенезу. *Вісник ПДАА*. 2022. № 2. С. 30–38.

© Ляшенко Віктор Васильович, Сахно Тамара Вікторівна, Тригуб Олег Володимирович,
Семенов Анатолій Олексійович, 2022