

УДК 664.664:664.78

OPTIMIZATION OF GRAIN GERMINATION PROCESS IN A MINERALIZED ENVIRONMENT

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПРОРОЩУВАННЯ ЗЕРНА В МІНЕРАЛІЗОВАНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Bashta A.O. / Башта А.О.

s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0003-0310-3788

National University of Food Technologies, Kyiv, Volodymyrska str. 68, 01601

Національний університет харчових технологій, Київ, вул. Володимирська 68, 01601

Анотація. В роботі обґрунтовано можливість корегування мінерального складу вихідної сировини шляхом замочування і пророщування зерна у водних розчинах солей мікроелементів. За побудованою матрицею повного двофакторного експерименту розглянуто ефективність пророщування зерна в мінералізованому середовищі на прикладі зерна вівса та солей цинку ($ZnSO_4$) і хрому ($CrK(SO_4)_2 \cdot 10H_2O$). Отримано рівняння регресії, яке описує залежність енергії та здатності проростання зерна від різної концентрації солі хрому та солі цинку у замочувальній воді під час пророщування зерна вівса.

Ключові слова: солод, солі цинку та хрому, двофакторний експеримент, рівняння регресії.

Вступ. В сучасному суспільстві одне лише традиційне харчування неминуче призводить до тих чи інших видів харчової недостатності. Особливо гостро на сьогоднішній день постає проблема дефіциту мікроелементів, зокрема таких як цинк, хром, селен, йод та інші. Дефіцит же мікроелементів знижує опірність організму до різних захворювань, прискорює процес старіння, посилює негативний вплив несприятливих екологічних умов, перешкоджає формуванню здорового покоління [1, 2].

До рослинної сировини, що має підвищену харчову та біологічну цінність, належать продукти з пророщеного зерна. У пророслому зерні (солоді) міститься весь набір інгредієнтів, необхідних для раціонального харчування: незамінні амінокислоти, вуглеводи, мінеральні речовини, вітаміни, барвники і поліфенольні сполуки.

Метою даної роботи стало отримання солодів з підвищеним вмістом дефіцитних мікронутрієнтів та побудова математичної моделі для прогнозування здатності проростання зерна залежно від різної концентрації

солей цинку та хрому.

Викладення основних результатів дослідження. Для отримання мінералізованої зернової сировини зерно кукурудзи та вівса пророщували із застосуванням розчинів солей цинку ($ZnSO_4$) та хрому ($CrK(SO_4)_2 \cdot 10H_2O$). Пророщування проводили при температурі 17-18 °С. При досягненні зерном необхідної вологості (47 %), замочувальний розчин з солями зливали і залишали зерно для проростання, періодично перемішуючи та зволожуючи його тими ж мінералізованими розчинами.

З літературних джерел, відомо, що доцільно проводити мінералізацію зернових культур шляхом пророщування їх у мінералізованих поживних середовищах. Саме при такому способі оброблення зерна, іони металів включаються в органічні комплекси, які є легкозасвоюваними для людського організму [3, 4, 5].

Розглянемо ефективність пророщування зерна в мінералізованому середовищі (на прикладі зерна вівса та солей цинку ($ZnSO_4$) та хрому ($CrK(SO_4)_2 \cdot 10H_2O$)). Мікроелементи беруть активну участь у ферментативних процесах, що протікають у зерні, сприяють його росту і розвитку та відіграють важливе значення у функціонуванні організму людини. Обраний для збагачення мікроелемент хром має велике значення для профілактики цукрового діабету і серцево-судинних захворювань, також він регулює вуглеводний обмін та рівень глюкози в крові. Цинк проявляє імуномодельовальну, протизапальну, антимікробну, антиоксидантну функції, а саме, впливає на активність тропних гормонів гіпофізу, бере участь в реалізації біологічних функцій інсуліну, нормалізуючи жировий обмін, у кровотворенні, а також необхідний для нормального функціонування гіпофіза, підшлункової залози.

Експеримент має бути проведений в можливо коротші терміни з мінімальними витратами матеріальних ресурсів за найвищої якості отриманих результатів. Саме методи оптимального планування експерименту дозволяють спростити та систематизувати проведення досліджень. Планування експерименту – це вибір числа дослідів та умов їх проведення, необхідних та

достатніх для вирішення поставленого завдання з необхідною точністю. Існує велика кількість методів планування експерименту (повний факторний експеримент, дрібний факторний експеримент, симплекс-планування та ін.). Вибір методу здійснюється з урахуванням постановки завдання та визначенням об'єкта дослідження [6].

У даній роботі дослідження виконувались за побудованою матрицею планування активного повного двофакторного експерименту.

На основі результатів попередніх досліджень прийняли використовувати концентрації солей хрому та цинку у замочувальній воді до 0,003%, оскільки збільшення концентрації негативно впливало на енергію проростання зерна.

Як критерій оптимізації обрано енергію проростання зерна (Y , %), факторами варіювання цього процесу обрали концентрацію солі хрому у замочувальній воді X_1 ($C1$, %) та концентрацію солі цинку у замочувальній воді X_2 ($C2$, %) під час пророщування зерна вівса.

Матриця представляє собою перелік варіантів, взятих в даній серії дослідів. У безвимірному виразі верхній рівень буде позначений (+1), а нижній (-1). У таблиці 1 наведено матрицю двофакторного експерименту пророщування зерна вівса у мінералізованому середовищі.

Таблиця 1 - Матриця двофакторного експерименту пророщування зерна вівса у мінералізованому середовищі.

№п/п	X_0	X_1	X_2	$X_1 X_2$	$X_1(C1)$	$X_2(C2)$	Y сері
1	+1	-1	-1	+1	0,0005	0,001	93,3
2	+1	+1	-1	-1	0,0015	0,001	85,1
3	+1	-1	+1	-1	0,0005	0,003	91,2
4	+1	+1	+1	+1	0,0015	0,003	86,1

Авторська розробка

За побудованою матрицею планування активного повного двофакторного експерименту, за його результатами методом регресійного аналізу отримано

рівняння регресії, яке адекватно описує залежність енергії проростання зерна (Y) від концентрації солі хрому ($C1$) та солі цинку ($C2$) у замочувальній воді під час пророщування зерна вівса:

$$Y = 88,925 - 3,325 C1 - 0,275 C2 + 0,775 C1 C2.$$

Отримане рівняння регресії для визначення енергії та здатності проростання зерна дає змогу підібрати оптимальні концентрації солей цинку та хрому у замочувальній воді під час пророщування зерна вівса.

Для конкретного виду зерна (вівса) максимальна енергія проростання зерна спостерігається при використанні концентрації солі цинку 0,002% та концентрації солі хрому 0,001% у замочувальній воді.

Для визначення мінерального складу зерна та солоду застосовували рентгенофлуоресцентний аналіз та метод інверсійної вольтамперометрії для визначення вмісту цинку [7, 8, 9]. Із результатів аналізу [8, 9] встановлено, що вміст мінеральних речовин зростає, зокрема вміст цинку у збагаченому солоді у порівнянні із вихідним збільшився майже в 6 разів, а хрому в 3 рази.

Висновки. Проведені дослідження вказують на можливість корегування мінерального складу вихідної сировини шляхом замочування і пророщування зерна у водних розчинах солей мікроелементів. За побудованою матрицею планування повного двофакторного експерименту, за його результатами методом регресійного аналізу отримано рівняння регресії, яке дозволяє прогнозувати здатність проростання зерна вівса залежно від різної концентрації солей цинку та хрому.

Література:

1. Сімахіна, Г.О. Наукове обґрунтування вибору нутрієнтів, адекватних потребам людини / Г.О. Сімахіна, Н.О. Стеценко, Р.Ю. Науменко // Proceedings of XXXVII International scientific conference «Scientific look at the present». – Morrisville: Lulu Press., 2018. – P. 9-12.
2. Beintema, J.J.S., Gallego-Castillo, S., Londoño-Hernandez, L.F., Restrepo-Manjarres, J., Talsma, E.F. (2018), Scaling-up biofortified beans high in iron and zinc through the school-feeding program: A sensory acceptance study with schoolchildren

from two departments in southwest Colombia, Food Science and Nutrition, 6(4), pp. 1138-1145.

3. Сімахіна, Г. О. Теоретичні та практичні аспекти збагачення зернових культур есенціальними мікроелементами / Г. О. Сімахіна, О. М. Корихалова, Т. І. Миколів // Товарознавство та інновації. - 2011. - Вип. 3. - С. 272-281.

4. Simakhina, G. / Perspectives of designing the compositional mixtures from cereal cultures / Simakhina G., Fedorenko T. // Proceedings of 8th Central European Congress on Food “Food for Well-Being”, May 23-26, Kyiv, 2016. – P. 66.

5. Г.О. Сімахіна Технологічні аспекти підвищення біодоступності основних функціональних нутрієнтів // Наукові праці НУХТ. – 2013. – № 50. – С. 16-23.

6. Основи наукових досліджень і технічної творчості: навч. посібник / Г. М. Лисюк [та ін.] ; за ред. Г. М. Лисюк. - Х. : ХДУХТ, 2014.- 202 с.

7. Mir-Marqués, A., Garrigues, S., Cervera, M.L., De la Guardia, M. (2014), Direct determination of minerals in human diets by infrared spectroscopy and X-ray fluorescence, Microchemical Journal, 117, pp. 156-163.

8. Bashta A., Ivchuk N, Bashta O. Efficiency of using of the mineralized malts composition for the enhancement of food products by micronutrients // Ukrainian Journal of Food Science. – 2019. –Volume 7. Issue 2. – pp. 239-250

9. Башта, А.О. Отримання та дослідження складу мінералізованих солодів / А.О. Башта, Н.П. Івчук, І.Ю. Гойко, М.Б. Поліщук // Збірник матеріалів XIV Міжнародної конференції «Стратегія якості у промисловості і освіті», 4-7 червня, Варна, Болгарія, 2018. – Vol. 1. – P. 19-24.

Abstract. *The possibility of the raw material mineral composition adjusting by soaking and germination of grain in aqueous solutions of trace elements salts is substantiated in the work. The efficiency of grain germination in mineralized medium on the example of oat grain and zinc salts ($ZnSO_4$), and chromium salts ($CrK(SO_4)_2 \cdot 10H_2O$) is considered on the basis of the matrix of the complete two-factor experiment. A regression equation, which describes the dependence of energy and grain germination ability on different concentrations of chromium salt and zinc salt in soaking water during oat grain germination is obtained.*

Key words: *malt, zinc and chromium salts, two-factor experiment, regression equation.*

Стаття відправлена: 26.01.2021 р.

© Башта А.О.