



Г. М. Господаренко,
доктор с.-г. наук,
професор кафедри агрохімії і ґрунтознавства,
Уманський національний університет садівництва
(м. Умань), Україна
E-mail: Hospodarenko@gmail.com

УДК 664.64.016+664.7:678.027.3
DOI 10.31395/2310-0478-2018-1-111-117



С. П. Полторецький,
доктор с.-г. наук,
професор кафедри рослинництва,
Уманський національний університет садівництва
(м. Умань), Україна
E-mail: poltorec@ukr.net



В. В. Любич,
кандидат с.-г. наук, доцент кафедри технології зберігання
і переробки зерна, Уманський національний університет
садівництва (м. Умань), Україна
E-mail: LyubichV@gmail.com



І. О. Полянецька,
кандидат с.-г. наук,
ст. викладач кафедри генетики, селекції рослин і
біотехнології, Уманський національний університет
садівництва (м. Умань), Україна
E-mail: Polyanetska@gmail.ua



В. В. Желєзна,
кандидат с.-г. наук, ст. викладач кафедри технології
зберігання і переробки зерна, Уманський національний
університет садівництва (м. Умань), Україна
E-mail: valieria.voziiian07@gmail.com



І. Ф. Улянич,
кандидат технічних наук,
ст. викладач кафедри технології
зберігання і переробки зерна,
Уманський національний університет садівництва
(м. Умань), Україна
E-mail: ivan.ulyanych777@gmail.com

Я. С. Рябовол,
кандидат с.-г. наук,
викладач кафедри генетики, селекції рослин і біотехнології, Уманський
національний університет садівництва (м. Умань), Україна
E-mail: genetica2015@udau.edu.ua



ЯКІСТЬ КРУПИ ШВИДКОГО ПРИГОТУВАННЯ ІЗ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕМПЕРАТУРИ ЕКСТРУДУВАННЯ

Анотація. Проведено кулінарне оцінювання екструдату з нелущеного та лущеного зерна різних сортів і ліній пшениці спельти залежно від температури екструдувannya.

Встановлено, що кулінарна якість екструдату залежить від температури екструдувannya. Підвищення температури екструдувannya до 180–200 °С покращує консистенцію готового продукту. Нелущене зерно сортів пшениці спельти Зоря України, Шведська 1, лінії LPP 3117, LPP 1304, LPP 3122/2, LPP 3373, LPP 1221, TV 1100, NAK 22/12 можна екструдувати за температури 100–110 °С, оскільки отриманий продукт має дуже високу кулінарну якість. Для високотемпературного екструдувannya придатні всі досліджувані форми пшениці спельти. Екструдат із лущеного зерна пшениці спельти характеризується світло-кремовим кольором, а з лінії TV 1100 – з жовтим відтінком, запахом і смаком – сильно виражений, консистенція під час розжовування – дуже ніжна, добре розжовується, без хрусту.

Виявлено, що на коефіцієнт розжовування круп'яних продуктів найбільше впливав вміст білка в зерні пшениці спельти. Між цими показниками для крупи цілої, подрібненої та манної встановлено прямий високий кореляційний зв'язок – $r = 0,87 \pm 0,003 - 0,89 \pm 0,01$, для плющеної крупи та екструдату з лущеного зерна – дуже високий зв'язок ($r = 0,91 \pm 0,006 - 0,94 \pm 0,009$). Проте найбільший він був для екструдату з нелущеного зерна – $r = 0,96 \pm 0,003$.

Ключові слова: пшениця спельта, якість, крупа, екструдат, температура

Г. Н. Господаренко

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии и почвоведения Уманского национального университета садоводства (г. Умань), Украина

С. П. Полторецкий

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства Уманского национального университета садоводства (г. Умань), Украина

В. В. Любич

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии хранения и переработки зерна Уманского национального университета садоводства (г. Умань), Украина

И. О. Полянецкая

кандидат сельскохозяйственных наук, ст. преподаватель кафедры генетики, селекции растений и биотехнологии Уманского национального университета садоводства (г. Умань), Украина

В. В. Железная

кандидат сельскохозяйственных наук, ст. преподаватель кафедры технологии хранения и переработки зерна Уманского национального университета садоводства (г. Умань), Украина

И. Ф. Улянич

кандидат технических наук, ст. преподаватель кафедры технологии хранения и переработки зерна Уманского национального университета садоводства (г. Умань), Украина

Я. С. Рябовол

кандидат сельскохозяйственных наук, преподаватель кафедры генетики, селекции растений и биотехнологии Уманского национального университета садоводства (г. Умань), Украина

КАЧЕСТВО КРУПЫ БЫСТРОГО ПРИГОТОВЛЕНИЯ ИЗ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ СПЕЛЬТЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ЭКСТРУДИРОВАНИЯ

Аннотация. Проведено кулинарную оценку экструдата с нелущеного и лущеного зерна разных сортов и линий пшеницы спельты в зависимости от температуры экструдирования.

Установлено, что кулинарное качество экструдата зависит от температуры экструдирования. Повышение температуры экструдирования до 180–200 °C улучшает консистенцию готового продукта. Нелущеное зерно сортов пшеницы спельты Заря Украина, Шведская 1, линии LPP 3117, LPP 1304, LPP 3122/2, LPP 3373, LPP 1221, TV 1100, NAK 22/12 можно экструдировать при температуре 100–110 °C, поскольку полученный продукт имеет очень высокое кулинарное качество. Для высокотемпературного экструдирования пригодны все исследуемые формы пшеницы спельты. Экструдат с лущеного зерна пшеницы спельты характеризуется светло-кремовым цветом, а с линии TV 1100 – с желтым оттенком, запахом и вкусом – сильно выраженный, консистенция во время разжевывания – очень нежная, хорошо розжевывается, без хруста.

Выявлено, что на коэффициент разваривания крупяных продуктов наибольшее влияние содержание белка в зерне пшеницы спельты. Между этими показателями для крупы целой, измельченной и манной установлена прямая высокая корреляционная связь – $r = 0,87 \pm 0,003$ – $0,89 \pm 0,01$, для плющеной крупы и экструдата из лущеного зерна – очень высокая связь ($r = 0,91 \pm 0,006$ – $0,94 \pm 0,009$). Однако наибольшей она была для экструдата с нелущеного зерна – $r = 0,96 \pm 0,003$.

Ключевые слова: пшеница спельта, качество, крупа, экструдат, температура.

G. M. Hospodarenko

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agricultural Chemistry and Soil Science, Uman National Horticulture University (Uman), Ukraine

S. P. Poltoretskyi

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Plant Growing, Uman National Horticulture University (Uman), Ukraine

V. V. Liubych

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Grain of the Uman National University of Horticulture (Uman), Ukraine

I. A. Polianetska

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Teacher of the Department of Genetics, Plant Breeding and Biotechnology, Uman National Horticulture University (Uman), Ukraine

V. V. Zheliezna

PhD of Agricultural Sciences, Lecturer of the Department of Technology of Storage and Processing of Grain of the Uman National University of Horticulture (Uman), Ukraine

I. F. Ulianych

PhD of Agricultural Sciences, Lecturer of the Department of Technology of Storage and Processing of Grain of the Uman National University of Horticulture (Uman), Ukraine

Ya. S. Ryabovol

PhD of Agricultural Sciences, Lecturer of the Department of Genetics, Plant Breeding and Biotechnology, Uman National Horticulture University (Uman), Ukraine

INSTANT CEREAL QUALITY OF SPELT WHEAT GRAIN DEPENDING ON THE TEMPERATURE OF EXTRUSION

Abstract. The culinary evaluation of the extrudate from unhusked and husked grain of various wheat varieties and strains, depending on the temperature of extrusion is carried out.

Thus, during extrusion at a temperature of 100–110 °C, smell and taste indicators of the extrudate were 9 points in all studied spelt wheat varieties and strains. Color indicator corresponded to 7 points, with the exception of the extrudate of TV 1100 strain which value was 9 points. The extrudate from grain of Zoria Ukrainy, Shvedska 1 varieties and 7 strains had the highest evaluation of consistency. It was quite tender and well chewed, without crunching and it corresponded to 7 points. The extrudate of TV 1100 strain had the highest culinary evaluation (8,5 points). The overall evaluation of the extrudate of Schwabenkorn and NSS 6/01 varieties and LPP 1197, LPP 1224, P 3, LPP 3132 and NAK 34/12–2 strains was high (7,5 points) and it was very high of other varieties and strains.

During extrusion at a temperature of 180–200 °C, smell, taste and consistency did not change compared to extrusion at

lower temperature and amounted to 9 points. However, its consistency increased to 9 points or by 6–20 %. The extrudate of TV 1100 strain had the highest evaluation (9,0 points) and it was 8,5 points of other variants.

Consequently, it is necessary to use Zoria Ukrainy and Swedish 1 varieties and LPP 3117, LPP 1304, LPP 3122/2, LPP 3373, LPP 1221, TV 1100 and NAK 22/12 strains for the extrusion of unhusked spelt wheat grain at temperatures of 100–110 °C. All studied forms of spelt wheat are suitable for high-temperature extrusion.

Removing shells by husking grain increased the culinary evaluation of the extrudate to 9 points by all parameters regardless of the extrusion temperature.

The extrudate of husked spelt wheat grain was characterized by light cream color and the extrudate of TV 1100 strain had a yellow tinge, its smell and taste was very pronounced, its consistency during chewing was very tender, well chewed and without crunching.

At the extrusion temperature of 100–110 °C, the cooking coefficient was the highest in Zoria Ukrainy and Schwabekorn varieties and LPP 1221 and TV 1100 strains (6,0–6,6 points). This indicator of other variants varied from 5,2 to 5,9 points.

The cooking coefficient of the extrudate of unhusked grain of Zoria Ukrainy variety was the highest (6,7 points). This coefficient of Schwabekorn variety and TV 1100 strain was 6,1 and 6,2, respectively. The cooking coefficient of the extrudate of remaining studied spelt wheat varieties and strains was within the range of 5,3–5,9 or less by 12–21 % compared with Zoria Ukrainy variety (check variant).

The cooking coefficient of the extrudate obtained by the high-temperature extrusion changed in a similar way.

The cooking coefficient of the extrudate of unhusked grain was also the highest in Zoria Ukrainy variety (6,8 points). The trend towards its decline is noted in TV 1100 and LPP 1221 strains. This indicator of other varieties and strains varied from 5,3 to 6,1 which was significantly less than the check variant indicator.

It is found that the protein content in spelt wheat grain influenced the cooking coefficient of cereal products. Between these indices there was a direct high correlation relationship for whole, crushed groats and semolina ($r = 0,87 \pm 0,003 - 0,89 \pm 0,01$), for rolled groats and the extrudate from husked grain it was a very high correlation ($r = 0,91 \pm 0,006 - 0,94 \pm 0,009$). However, it was the highest one for the extrudate from unhusked grain ($r = 0,96 \pm 0,003$).

Key words: spelt wheat, quality, cereal, extrudate, temperature.

Постановка проблеми. Крупа посідає важливе місце у харчуванні. У 2003 р. в Україні було виготовлено 294 тис. т круп'яних продуктів, а в 2015 р. – 347 тис. т [1, 2].

Круп'яні продукти злакових культур є одним із основних джерел вітамінів – органічних сполук, які не є джерелами енергії, проте беруть участь у регуляції обміну речовин. Так, у 100 г зерна пшениці міститься 0,37–0,44 мг тіаміну (вітамін В₁), 0,1–0,17 мг рибофлавіну (вітамін В₂), 4,94–5,58 мг ніацину (вітамін РР), тоді як у зерні гречки відповідно – 0,30 мг, 0,14 і 3,87 мг [3–5]. Вітаміни у зерні локалізуються нерівномірно, найбільше їх в оболонках. Тому збільшення індексу лущення зменшує їх вміст у готовому продукті [6, 7].

Зерно пшениці спелти характеризується високою харчовою цінністю, що дозволяє виробляти круп'яні продукти, хлібобулочні та кондитерські вироби з метою отримання конкурентоспроможної продукції з покращеними функціонально-технологічними властивостями. Тому в умовах постійного зростання кількості сортів пшениці спелти та збільшення площ вирощування цієї культури виникає необхідність вивчення технології перероблення її зерна.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Україна має великий аграрний потенціал і широку сировинну базу для виробництва високоякісних продуктів харчування. Нині актуальними є нові рішення у технологіях переробної галузі, що дозволяють вирішувати низку виробничих проблем [8].

Швейцарські вчені встановили, що всі харчові продукти, отримані зі спелти (хліб, макарони, крупи) сприяють укріпленню імунної системи. Це обумовлено наявністю в зерні особливих розчинних вуглеводів – мікополісахаридів [9]. До того ж у зернівці містяться майже всі потрібні людині поживні речовини, які розміщені рівномірно [10–12]. Це дозволяє зберігати поживну цінність навіть при самому тонкому розмелюванні.

Одним з найефективніших методів перетворення властивостей рослинної сировини з метою приготування його на основі різноманітних харчових продуктів високої якості є екструзійна обробка.

Екструзія – короткотривалий високотемпературний процес приготування харчових продуктів. Тривалість екструзії – 30–90 с; призначення – забезпечити кращу засвоюваність різноманітних видів зерна та інших продуктів. Основою екструзії є об'єднання процесів змішування, варіння та формування виробів в одній машині [13, 14].

Процес екструзії харчових продуктів є складним, оскільки оброблення різноманітних композицій біополімерів, крім фізичних, супроводжується склад-

ними хімічними перетвореннями. Ці перетворення відбуваються під дією різних механічних зусиль за умов присутності вологи і значного теплового впливу (до 200 °C) [15].

За екструзійного оброблення матеріал, який переробляється, піддається інтенсивній термо-волого-механічній дії, що призводить до різних за глибиною змін його складових частин.

Екструзійне оброблення крохмалевмісної сировини дозволяє отримувати легко засвоювані, з поліпшеними смаковими властивостями харчові продукти, які вимагають незначної кулінарної обробки або повністю готові до вживання.

Встановлено [13, 16, 17], що екструдовані продукти мають високі споживні властивості, гарну засвоюваність й призначені для широких верств населення.

У розвинутих країнах виробництво продуктів екструзійної технології з кожним роком зростає. У США виробляється та продається продуктів типу готових сніданків на суму понад 2 млрд доларів США на рік за щорічного зростання на 3 % [17, 18].

Вченими встановлено [13, 16, 19], що екструзійне оброблення зернової сировини підвищує переварюваність не тільки крохмалю, але й клітковини. Переварюваність харчової клітковини після екструдування значно зростає; якщо сира сировина містила 40 % розчинних речовин такої клітковини, то після екструзійного оброблення цей показник підвищувався до 50–75 %. У всіх екструдованих продуктах виявлено вищий вміст розчинних баластних речовин порівняно з вихідною сировиною, що пов'язано з розкладанням геміцелюлози і пектинових речовин. Кількість целюлози та лігніну також змінюється. При цьому загальний вміст білка в сировині та в екструдатах залишається незмінним. У складі білків після екструзійного оброблення сировини зростає вміст низькомолекулярних фракцій. При екструзії змінюється розчинність крохмалю, збільшується кількість редуруючих речовин. Харчова цінність продукту підвищується на 25–30 %. Отже, дослідження якості екструдованих харчових продуктів за використання нової сировини є актуальними і практично значущими.

Метою статті є висвітлення досліджень якості крупи швидкого приготування із зерна пшениці спелти залежно від температури екструдування.

Методика дослідження. Експериментальну частину роботи проводили в лабораторії «Оцінювання якості зерна та зернопродуктів» кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського національного університету садівництва.

Екструдований продукт (крупа швидкого приготу-

вання) отримували з лущеного та нелущеного зерна в лабораторному експандері за температури 130–150 °С. Індекс лущення залежав від вмісту оболонок. Виготовлення екструдату проводили за вдосконаленою методикою, описаною в патенті на корисну модель «Спосіб отримання круп'яних продуктів швидкого приготування із зерна пшениці та тритикале» (№ 118058) [20], а кулінарне оцінювання екструдованого продукту – «Спосіб кулінарної оцінки екструдату з круп'яних продуктів тритикале та пшениці» (№ 08019) [21].

Коефіцієнт розварювання екструдованого продукту визначали за формулою [22]

$$K = \frac{V_k}{V_{kp}}$$

Середню оцінку в балах визначали як середнє арифметичне за всіма показниками, а у відсотках – за методом відносних величин Ацці, де за 100 % приймали найбільшу величину кожного показника [23].

Математичний аналіз даних проводили методом однофакторного дисперсійного аналізу [24]. Для оцінювання тісноти зв'язку між показниками, що вивчалися, використовували шкалу R. E. Chaddock [25], яка за величини коефіцієнта кореляції 0,1–0,3 – слабка, 0,3–0,5 – помірна, 0,5–0,7 – істотна, 0,7–0,9 – висока, 0,9–0,99 – дуже висока.

Основні результати дослідження. Під час кулінарного оцінювання екструдату з нелущеного зерна пшениці спельти визначали запах, колір, смак, консистенцію під час розжовування за температури екструдатування 100–110 °С і 180–200 °С (табл. 1). Так, під час екструдатування за температури 100–110 °С показники запаху і смаку екструдату становили 9 балів у всіх досліджуваних сортів і ліній пшениці спельти. Колір відповідав 7 балам, за виключенням екструдату лінії TV 1100, значення показника якого відповідало 9 балам.

Найвищу оцінку консистенції мав екструдат, отриманий із зерна сортів Зоря України, Шведська 1 і семи ліній – досить ніжний добре розжовувався, без хрусту, що відповідало 7 балам. Показник консистенції, що відповідав 5 балам був в екструдату сортів Schwabekorn, NSS 6/01 і ліній LPP 1197, LPP 1224, P 3, LPP 3132, NAK 34/12–2.

Найвищою кулінарна оцінка була в екструдату лінії TV 1100 – 8,5 балів. Загальна оцінка екструдату сортів Schwabekorn, NSS 6/01 і ліній LPP 1197, LPP 1224, P 3, LPP 3132, NAK 34/12–2 була високою і становила 7,5 балів, а в решти сортів і ліній – дуже високою.

Під час екструдатування за температури 180–200 °С показники запаху, смаку і консистенції не змінювались порівняно з екструдатуванням за нижчої температури і становили 9 балів. Проте консистенція його підвищувалась до 9 балів або на 6–20 %. Тому кулінарна оцінка такого екструдату зростала до дуже високого рівня – 8,5–9,0 балів або на 6–13 %. Найвищу оцінку мав екструдат лінії TV 1100 – 9,0 балів. Решта досліджуваних зразків пшениці спельти мали показник 8,5 балів.

Отже, для екструдатування нелущеного зерна пшениці спельти за температури 100–110 °С необхідно використовувати сорти Зоря України, Шведська 1, лінії LPP 3117, LPP 1304, LPP 3122/2, LPP 3373, LPP 1221, TV 1100, NAK 22/12. Для високотемпературного екструдатування придатні всі досліджувані форми пшениці спельти.

Видалення оболонок лущенням зерна підвищувало кулінарну оцінку екструдату до 9 балів за всіма показниками незалежно від температури екструдатування (табл. 2).

Екструдат із лущеного зерна пшениці спельти характеризувався світло-кремовим кольором, а з лінії TV 1100 – мав жовтий відтінок, запах і смак був сильно виражений. Консистенція під час розжовування була дуже ніжна, добре розжовувалась, без хрусту.

Таблиця 1
Кулінарна оцінка екструдату з нелущеного зерна різних сортів і ліній пшениці спельти (2015 р.), бал

Сорт, лінія	Екструдатування за температури, °С									
	100–110					180–200				
	Запах	Колір	Смак	Консистенція	Загальна оцінка	Запах	Колір	Смак	Консистенція	Загальна оцінка
Зоря України (st)	9	7	9	7	8,0	9	7	9	9	8,5
Schwabekorn	9	7	9	5	7,5	9	7	9	9	8,5
NSS 6/01	9	7	9	5	7,5	9	7	9	9	8,5
Шведська 1	9	7	9	7	8,0	9	7	9	9	8,5
LPP 1197	9	7	9	5	7,5	9	7	9	9	8,5
LPP 1224	9	7	9	5	7,5	9	7	9	9	8,5
P 3	9	7	9	5	7,5	9	7	9	9	8,5
LPP 3132	9	7	9	5	7,5	9	7	9	9	8,5
LPP 3117	9	7	9	7	8,0	9	7	9	9	8,5
LPP 1304	9	7	9	7	8,0	9	7	9	9	8,5
LPP 3122/2	9	7	9	7	8,0	9	7	9	9	8,5
LPP 3373	9	7	9	7	8,0	9	7	9	9	8,5
LPP 1221	9	7	9	7	8,0	9	7	9	9	8,5
NAK34/12–2	9	7	9	5	7,5	9	7	9	9	8,5
NAK 22/12	9	7	9	7	8,0	9	7	9	9	8,5
TV 1100	9	9	9	7	8,5	9	9	9	9	9,0
HIP ₀₅	1	1	1	1	0,4	1	1	1	1	0,5

Таблиця 2

Кулінарна оцінка екструдату з лущеного зерна різних сортів і ліній пшениці спельти (2015 р.), бал

Сорт, лінія	Екструдувannya за температури, °С									
	100–110					180–200				
	Запах	Колір	Смак	Консистенція	Загальна оцінка	Запах	Колір	Смак	Консистенція	Загальна оцінка
Зоря України (st)	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Schwabenkorn	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
NSS 6/01	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Шведська 1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
LPP 1197	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
LPP 1224	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
P 3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
LPP 3132	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
LPP 3117	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
LPP 1304	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
LPP 3122/2	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
LPP 3373	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
LPP 1221	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
NAK34/12–2	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
NAK 22/12	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
TV 1100	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
<i>HIP₀₅</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Таблиця 3

Коефіцієнт розварювання екструдату з лущеного та нелущеного зерна різних сортів і ліній пшениці спельти, 2015 р.

Сорт, лінія	Екструдувannya за температури, °С			
	100–110		180–200	
	лущеного зерна	нелущеного зерна	лущеного зерна	нелущеного зерна
Зоря України (st)	6,6	6,7	6,5	6,8
Шведська 1	5,4	5,5	5,5	5,5
NSS 6/01	5,8	5,8	5,7	5,8
Schwabenkorn	6,0	6,1	5,9	6,1
LPP 1197	5,2	5,3	5,2	5,4
LPP 3122/2	5,3	5,3	5,3	5,3
LPP 3117	5,4	5,4	5,5	5,5
LPP 1304	5,6	5,5	5,4	5,6
P 3	5,7	5,8	5,6	5,8
LPP 1224	5,8	5,7	5,9	5,9
LPP 3132	5,9	5,9	5,8	5,9
LPP 3373	5,9	5,8	5,9	5,8
LPP 1221	6,5	6,4	6,4	6,6
NAK34/12–2	5,6	5,5	5,6	5,6
NAK 22/12	5,9	5,8	5,9	5,9
TV 1100	6,3	6,2	6,4	6,5
<i>HIP₀₅</i>	0,3	0,3	0,3	0,3

Між коефіцієнтом розварювання плющеної крупи, цілої, подрібненої, екструдату та вмістом клейковини у зерні пшениці спельти встановлено прямий високий кореляційний зв'язок – $r = 0,77 \pm 0,007 - 0,87 \pm 0,004$, а в крупи манної – зв'язок був істотним – $r = 0,63 \pm 0,008$.

Коефіцієнт розварювання екструдату в лущеного та нелущеного зерна пшениці спельти визначали екструдуванням за температури 100–110 °C і 180–200 °C (табл. 3).

За температури екструдування лущеного зерна 100–110 °C коефіцієнт розварювання був найвищим у сортів Зоря України, Schwabenkorn і лінії LPP 1221, TV 1100 – 6,0–6,6. У решти досліджуваних форм цей показник змінювався від 5,2 до 5,9 або був меншим на 11–21 % порівняно зі стандартом.

Коефіцієнт розварювання екструдату з нелущеного зерна сорту Зоря України був найвищим – 6,7. У сорту Schwabenkorn і лінії TV 1100 цей коефіцієнт становив, відповідно, 6,1 і 6,2. У решти досліджуваних зразків пшениці спельти, коефіцієнт розварювання екструдату знаходився в межах 5,3–5,9 або менше на 12–21 % порівняно з сортом Зоря України (st).

Коефіцієнт розварювання екструдату, отриманого ви-

сокотемпературним екструдуванням змінювався подібно. Так, із лущеного зерна він був найвищим у сорту Зоря України та лінії LPP 1221, TV 1100 – 6,4–6,5, а в решти форм – 5,2–5,9 або меншим на 10–20 % порівняно зі стандартом.

Коефіцієнт розварювання екструдату з нелущеного зерна також був найвищим у сорту пшениці спельти Зоря України – 6,8. Тенденцію до його зниження відмічено в лінії TV 1100 і LPP 1221, показники яких, відповідно, становили 6,5 і 6,6. У решти досліджуваних сортів і ліній коефіцієнт розварювання екструдату змінювався від 5,3 до 6,1, що було істотно нижче показника стандарту.

На коефіцієнт розварювання круп'яних продуктів найбільше впливав вміст білка в зерні пшениці спельти. Між цими показниками для крупи цілої, подрібненої та манної встановлено прямий високий кореляційний зв'язок – $r = 0,87 \pm 0,003 - 0,89 \pm 0,01$, для плющеної крупи та екструдату з лущеного зерна – дуже високий зв'язок ($r = 0,91 \pm 0,006 - 0,94 \pm 0,009$). Проте найбільший він був для екструдату з нелущеного зерна – $r = 0,96 \pm 0,003$, який описується рівнянням регресії: $y = 0,1665x + 3,0386$, де y – коефіцієнт розварювання; x – вміст білка в зерні, % (рис. 1).

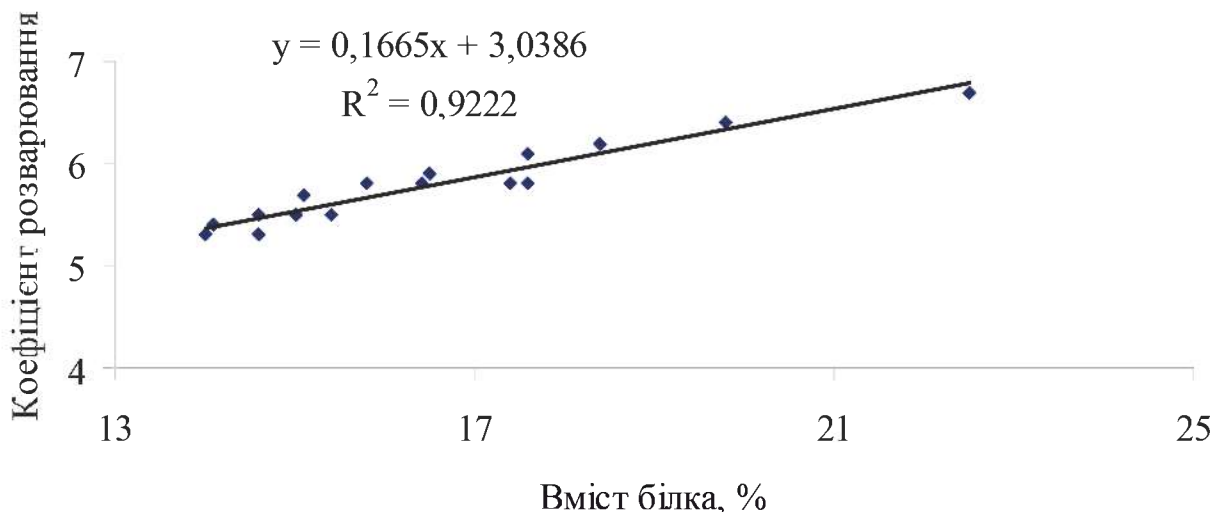


Рис. 1. Кореляційна залежність між коефіцієнтом розварювання екструдату з нелущеного зерна пшениці спельти і вмістом білка, 2015 р.

Висновки. Кулінарна якість екструдату залежить від температури екструдування. Підвищення температури екструдування до 180–200 °C покращує консистенцію готового продукту. Нелущене зерно сортів пшениці спельти Зоря України, Шведська 1, лінії LPP 3117, LPP 1304, LPP 3122/2, LPP 3373, LPP 1221, TV 1100, NAK 22/12 доцільно екструдувати за температури 100–110 °C, оскільки отриманий продукт має дуже високу кулінарну якість. Для високотемпературного екструдування придатні всі досліджувані форми пшениці спельти. Екструдат із лущеного зерна пшениці спельти характеризується світло-кремовим кольором, а з лінії TV 1100 – з жовтим відтінком, запах і смак – сильно виражений, консистенція під час розжовування – дуже ніжна, добре розжовується, без хрусту.

Література

1. Виробництво основних видів промислової продукції в Україні [Електронний ресурс] http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2006/prg/prgm_ric/prgm_ric_u/vov2005_u.html.
2. Мерко І. Т., Моргун В. А. Наукові основи технології зберігання і переробки зерна: монографія. Одеса. 2001. 207 с.
3. Запаренко Г. В., Олійник С. Г., Самохвалова О. В. Характеристика спельти, як альтернативної зернової сировини хлібопекарського виробництва // Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, готельного, ресторанного господарств і торгівлі: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених і студентів. Харків. 2011. Ч. 1. С. 63.
4. Іунихина В. С. Крупаєльні продукти: взгляд с точки зрения здорового

питания // Материалы научно-практической конференции «Технология крупаєльных продуктов вчера, сегодня, завтра». Москва. 2007. С. 4.

5. Skrabanja V., Kovac B., Golob T. et al. Effect of spelt wheat flour and kernel on bread composition and nutritional characteristics // Journal of agricultural and food chemistry. 2001. V. 49. № 1. P. 497–500.
6. Piekut M. Wybrane aspekty zachowań studentów ekonomii na rynku produktów zbożowych // Przegląd Zbożowo – Młynarski. 2007. № 10. P. 4–8.
7. Ruegger A., Winzeler H., Nosberger J. Die ertransbildung von Dinkel (Triticum aestivum spelta L.) unter verschiedenen umweltbedingungen im Freiland // J. Agron. Crop Sci. № 164. 1990. P. 145–152.
8. Егоров Г. А. Технология муки. Технология крупы. Москва. 2005. 296 с.
9. Abdel-Aal E. S. M., Hucl P., Sosulski F. W. Optimizing the bread formulation for soft spelt wheat // Cereal Foods World. 1999. № 44. P. 480–483.
10. Зенкова А. Н., Каминский В. П., Пятницкая И. Н. и др. Крупаєльні продукты как компонент здорового питания. Москва. 2008. 72 с.
11. Мелешкина Е. П. Современные аспекты качества пшеницы для выработки муки и крупы // Материалы 6-ой международной конференции. «Мельница-2011. Модернизация. Инновации. Техническое перевооружение». Москва. 2011. С. 19–24.
12. Погожих М. І., Пак А. О., Пак А. В. та ін. Гідротермічна обробка круп із використанням принципів сушіння змішаним теплотіодводом: монографія. Харків: ХДУХТ. 2014. 170 с.
13. Ковбаса В. М., Дорохович А. М., Хіврич Б. І. Застосування екструзії у виробництві нових харчових продуктів. К.: УкрІНТЕІ. 1995. 64 с.
14. Макеєва І. А. Технологіческие инструкции и их роль в обеспечении качества и безопасности продуктов // Пищевая промышленность. 2006. № 4. С. 52–53.
15. Ахметов Р. Х. О производстве готовых завтраков повышенной биологической ценности // Вестник Кабард-Балк. гос. ун-та. Сер. Техн. н. 2008. № 6. С. 65–66.
16. Мигولاتев С. Инновационные продукты из экструдера // Пищевая промышленность. 2006. № 6. С. 34–35.
17. Притульская Н. В., Лобок И. И., Криклий Р. С. и др. Сухие завтраки, полученные методом экструзии // Оптимизация ассортимента и каче-

ства товарів народного попоблення: Сб. науч. тр. КТЭИ. К.: КТЭИ. 1992. С. 113–117.

18. Остриков А. Н., Абрамов О. В., Рудомёткин А. С. Экструзия в пищевой технологии: монография. СПб.: ГИОРД. 2004. 288 с.

19. Брехов А. Ф., Ряжский В. И. Прогнозирование биологической и пищевой ценности в готовой продукции при экструзионной обработке растительного сырья // Хранение и переработка сельхозсырья. 2012. № 3. С. 38–42.

20. Спосіб отримання круп'яних продуктів швидкого приготування із зерна пшениці та тритикале: пат. 118058 Україна, МПК А 23L 7/00 / Любич В. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. – № у 2016 13208; заявл. 23.12.2016., чинний з 25.07.2017, Бюл. № 14.

21. Спосіб кулінарної оцінки екструдату із зерна тритикале та пшениці або круп'яних продуктів: пат. 112841 Україна МПК G01N 33/02 / Любич В. В., Господаренко Г. М., Полянецька І. О., Воробійова Н. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. – № у 2016 08014; заявл. 19.07.2016; чинний з 26.12.2016, Бюл. № 24.

22. Методика державної науково-технічної експертизи сортів рослин. Методи визначення показників якості продукції рослинництва. За ред. Ткачик С. О. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД». 2015. 160 с.

23. Ацци Дж. Сельскохозяйственная экология / Дж. Ацци; пер. с англ. Н. А. Емельяновой, О. В. Лисовской, М. П. Шикеданц; под ред. В. Е. Писарева. Москва: Изд-во иностранной литературы, 1959. С. 242 – 243.

24. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П. та інш. Основи наукових досліджень в агрономії. К.: Дія. 2005. 286 с.

25. Chaddock R. E. Exercises in statistical methods. Houghton, 1952. 166 p.

References

1. Production underlying view of promислоvo products in Ukraine [Electronic resource] http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2006/pr/prm_ric/prm_ric_u/vov2005_u.html. (in Ukrainian).

2. Merko I. T., Morgun V. A. (2001). Naukovi basics of technology zberigannya i granary grain: monograph. Odesa, 2001, 207 p. (in Ukrainian).

3. Zaparenko G. V., Oliyuk S. G., Samokhvalova O. V. (2011). The characteristic of the spelts, yak alternativno zemovoi sirovini hlibopekского vibrobitvtva. Actual problems with the development of harchovikh vibrobitvt, gothic, restaurant russia and trade: the material Allukr. Sciences-practical. Conf. young students and students. Kharkiv, 2011, Part 1, 63 p. (in Ukrainian).

4. Iunikhina V. S. (2007). Cereal products: a view from the point of view of healthy nutrition. Proceedings of the scientific-practical conference "Technology of groats products yesterday, today, tomorrow." Moscow, 2007, P. 4. (in Russian).

5. Skrabanja V., Kovac B., Golob T. et al. (2001). Effect of spelt wheat flour and kernel on bread composition and nutritional characteristics. Journal of agricultural and food chemistry, 2001, V. 49, № 1, P. 497–500. (in English).

6. Piekut M. Wybrane aspekty zachowan studentow ekonomii na rynku produktow zbozowych. (2007). Przegląd Zbozowo – Młynarski, 2007, № 10, P. 4–8. (in Polish).

7. Ruegger A., Winzeler H., Nosberger J. (1990). Die ertransbildung von Dinkel (Triticum aestivum spelta L.) unter verschiedenen umweltbedingungen im Freiland. J. Agron. Crop Sci, 1990, № 164, P. 145–152. (in German).

8. Egorov G. A. (2005). Technology of flour. Technology of cereals. Moscow,

2005, 296 p. (in Russian).

9. Abdel-Aal E. S. M., Hucl P., Sosulski F. W. (1999) Optimizing the bread formulation for soft spelt wheat. Cereal Foods World, 1999, № 44, P. 480–483. (in English).

10. Zenkova A. N., Kaminsky V. P., Pyatnitskaya I. N. et al. (2008). Cereals as a component of a healthy diet. Moscow, 2008, 72 p. (in Russian).

11. Meleshkina E. P. (2011). Modern aspects of wheat quality for flour and cereal production // Proceedings of the 6th international conference. «The Windmill-2011. Modernization. Innovation. Technical reequiptment». Moscow, 2011, pp. 19–24. (in Russian).

12. Kovbasa V. M., Dorokhovich A. M., Hivrich B. I. (1995). Application of extrusion in the production of new food products. K.: UkrISTEI, 1995, 64 p. (in Ukrainian).

13. Pogorizh M. I., Pak A. O., Pak A. V. et al. (2014). Hydrothermal treatment of cereals with the use of the principles of drying with a mixed heat transfer: monograph. Kharkiv: KhDUHT, 2014, 170 p. (in Ukrainian).

14. Makeeva I. A. (2006). Technological instructions and their role in ensuring the quality and safety of products // Food industry, 2006, № 4, pp. 52–53. (in Russian).

15. Akhmetov R. Kh. On the production of ready-made breakfasts of high biological value. (2008). Vestnik Kabard-Balk. Gos. University. Ser. Techn. n. 2008, № 6, pp. 65–66. (in Russian).

16. Migolatiev S. (2006). Innovative products from the extruder // Food industry. 2006, № 6, pp. 34–35. (in Russian).

17. Pritulskaya N. V., Lobok I. I., Krikliy R. S. et al. (1992). Dry breakfasts obtained by extrusion. // Optimization of assortment and quality of consumer goods: Sat. sci. tr. KTEI. K.: KTEI, 1992, pp. 113–117. (in Ukrainian).

18. Ostrikov A. N., Abramov O. V., Rudomotkin A. S. (2004). Extrusion in food technology: monograph. SPb.: GIORD, 2004, 288 p. (in Russian).

19. Brekhov A. F., Ryazhsky V. I. Forecasting of biological and nutritional value in finished products during extrusion treatment of plant raw materials (2012). Storage and processing of agricultural raw materials. 2012, № 3, pp. 38–42. (in Russian).

20. Methodology of state scientific and technical examination of plant varieties. Methods of determining the quality indices of crop production. For Ed. Tkachik S. O. Vinnitsa: "Nylan-LTD", LLC, 2015, 160 p. (in Ukrainian).

21. Method of obtaining cereal products of quick preparation from wheat grains and triticale: Pate. 118058 Ukraine, IPC A 23L 7/00 / Lyubich V. V., Novikov V. V., Vozian V. V.; applicant and owner of UNUS. No. u 2016 13208; stated. 23.12.2016. Effective from 07.25.2017, Byul. № 14. (in Ukrainian).

22. Method of culinary evaluation of triticale and wheat cereal extrudate or cereal products: Pate. 112841 Ukraine MPK G01N 33/02 / Lyubich V. V., Gomarenko G. M., Polyansky I. O., Vorobiova N. V., Novikov V. V., Vozian V. V.; Applicant and owner of UNUS. No. u 2016 08014; stated. 07.19.2016; Effective from 12.26.2016, Bul. № 24. (in Ukrainian).

23. Azzi J. Agricultural Ecology (1959). J. Azzi; trans. with English. N. A. Emelyanova, O. V. Lisovskaya, M. P. Shikedanz; Ed. V. E. Pisarev. Moscow: Foreign Literature Publishing House, 1959, pp. 242–243. (in Russian).

24. Yeshchenko V. O., Kopitko P. G., Oprishko V. P. et al. (2005). Basis of science in the agronomy. K.: Action, 2005, 286 p. (in Ukrainian).

25. Chaddock R. E. (1952). Exercises in statistical methods. Houghton: Houghton Mifflin, 1952, 166 p. (in English).