

МЕТОДИКА ОПТИМІЗАЦІЇ СКЛАДУ ТРИКОМПОНЕНТНОЇ ХАРЧОВОЇ СИСТЕМИ З МЕТОЮ СТВОРЕННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ДЛЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ

© 2016 ТОВМА Л. Ф., КРАМАРЕНКО Д. П., ДЕЙНИЧЕНКО Г. В.

УДК 6.64.641.05

Товма Л. Ф., Крамаренко Д. П., Дейниченко Г. В. Методика оптимізації складу трикомпонентної харчової системи з метою створення харчових продуктів для військовослужбовців

Режим харчування військовослужбовців визначає кількість прийомів їжі протягом доби, дотримання фізіологічно обґрунтованих проміжків між ними, раціональний розподіл продуктів, які встановлені нормами харчування, протягом дня. Норми продовольчих пайків мають розроблятися з урахуванням вимог раціонального харчування, оскільки нормування харчування військовослужбовців ускладнюється у зв'язку з тим, що їхнє фізичне і нервово-психічне навантаження постійно змінюється: то зростає, наприклад, у період бойових дій, посилення навчально-бойової підготовки на військових навчаннях, під час фізичних тренувань, бойового чергування, то знижується – під час відпочинку, навчання тощо. У статті наведено приклад процесу оптимізації трикомпонентної харчової модельної системи з метою встановлення оптимального співвідношення компонентів. Обґрунтовано використання фаршевих систем для створення спеціалізованих продуктів для харчування військовослужбовців.

Ключові слова: харчування, військовослужбовці, гранична напруга зсуву, фарши.

Рис.: 1. **Табл.:** 1. **Формул.:** 13. **Бібл.:** 10.

Товма Лідія Федорівна – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри тилового забезпечення, Національна академія Національної гвардії України (пл. Повстання, 3, Харків, 61001, Україна)

E-mail: l.f.tovma@gmail.com

Крамаренко Дмитро Павлович – кандидат технічних наук, доцент, докторант кафедри устаткування харчової та готельної індустрії ім. М. І. Беляєва, Харківський державний університет харчування та торгівлі (вул. Клочківська, 333, Харків, 61051, Україна)

E-mail: kramarenkodp@gmail.com

Дейниченко Григорій Вікторович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри устаткування харчової та готельної індустрії ім. М. І. Беляєва, Харківський державний університет харчування та торгівлі (вул. Клочківська, 333, Харків, 61051, Україна)

E-mail: deinychenkov@ukr.net

УДК 6.64.641.05

Товма Л. Ф., Крамаренко Д. П., Дейниченко Г. В. Методика оптимізації складу трикомпонентної харчової системи з метою створення харчових продуктів для військовослужбовців

Режим питания военнослужащих определяет количество приемов пищи в течение суток, соблюдение физиологически обоснованных промежутков между ними, рациональное распределение продуктов, установленных нормами питания, в течение дня. Нормы продовольственных пайков должны разрабатываться с учетом требований рационального питания, поскольку нормирование питания военнослужащих осложняется в связи с тем, что их физическая и нервно-психическая нагрузка постоянно меняется: то растет, например, в период боевых действий, усиления учебно-боевой подготовки на военных учениях, во время физических тренировок, боевого дежурства, то снижается – во время отдыха, обучения и т. д. В статье приведен пример процесса оптимизации трехкомпонентной пищевой модельной системы с целью установления оптимального соотношения компонентов. Обосновано использование фаршевых систем для создания специализированных продуктов для питания военнослужащих.

Ключевые слова: питание, военнослужащие, предельное напряжение сдвига, фарши.

Рис.: 1. **Табл.:** 1. **Формул.:** 13. **Библ.:** 10.

Товма Лидия Федоровна – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры тылового обеспечения, Национальная академия Национальной гвардии Украины (пл. Восстания, 3, Харьков, 61001, Украина)

E-mail: l.f.tovma@gmail.com

Крамаренко Дмитрий Павлович – кандидат технических наук, доцент, докторант кафедры оборудования предприятий пищевой и отельной индустрии им. М. И. Беляева, Харьковский государственный университет питания и торговли (ул. Клочковская, 333, Харьков, 61051, Украина)

E-mail: kramarenkodp@gmail.com

Дейниченко Григорий Викторович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой оборудования предприятий пищевой и отельной индустрии им. М. И. Беляева, Харьковский государственный университет питания и торговли (ул. Клочковская, 333, Харьков, 61051, Украина)

E-mail: deinychenkov@ukr.net

UDC 6.64.641.05

Tovma L. F., Kramarenko D. P., Deinychenko G. V. Optimization Methods for the Three-Component Catering System, with the Purpose of Creating Food Products for Military Service

Meal plan of military service persons determines the number of meals, observance of physiologically reasonable spacings between meals, and rational distribution of products as prescribed by nutritional standards throughout the day. Standards of food rations should be developed taking into consideration requirements of rational nutrition, since rationing of service persons is complicated by the fact that their physical and neuropsychic load varies constantly: it can be increasing, for example, during the periods of hostilities, enhanced combat training, military exercises, physical drill, alert duty; then it can be decreasing during the recreation, education etc. The article provides an example of the process of optimizing the three-component catering model system in order to establish the optimum ratio of components. Use of mince systems for creating specialized food products to supply military service has been substantiated.

Keywords: catering, military service persons, critical shearing stress, mince.

Fig.: 1. **Tabl.:** 1. **Formulae:** 13. **Bibl.:** 10.

Tovma Lidiia F. – PhD (Engineering), Senior Lecturer of the Department of Logistics, The National Academy of the National Guard of Ukraine (3 Povstania Square, Kharkiv, 61001, Ukraine)

E-mail: l.f.tovma@gmail.com

Kramarenko Dmytro P. – PhD (Engineering), Associate Professor, Candidate on Doctor Degree, Department of the Equipment of the Food and Hotel Industry named after M. Belyayev, Kharkiv State University of Food Technology and Trade (333 Klochkivska Str., Kharkiv, 61051, Ukraine)

E-mail: kramarenkodp@gmail.com

Deinychenko Grygorii V. – D. Sc. (Engineering), Professor, Head of the Department of the Equipment of the Food and Hotel Industry named after M. Belyayev, Kharkiv State University of Food Technology and Trade (333 Klochkivska Str., Kharkiv, 61051, Ukraine)

E-mail: deinychenkov@ukr.net

Потреба людини в різних харчових продуктах залежить від багатьох факторів. Такими факторами можуть виступати фізичні навантаження, стан навколишнього середовища, вікові особливості та фізичний розвиток тощо. Це обов'язково треба врахувати при нормуванні харчування різних контингентів військовослужбовців як у повсякденному житті, так і, особливо, при виконанні службово-бойових завдань, коли навантаження на організм людини зростає.

Для військовослужбовців раціональним і найприйнятнішим визнають таке харчування, при якому «якісне і кількісне співвідношення нутрієнтів харчових продуктів раціону та їх розподіл за прийомами протягом дня відповідають потребам організму і забезпечують високу боєздатність солдата та офіцера» [6]. Отже, пайок (або харчовий раціон) військовослужбовця має забезпечувати організм поживними та іншими біологічно активними речовинами, тобто енергетичним матеріалом, необхідним для нормального функціонування всіх органів і систем організму, а також «для покращення адаптаційних механізмів в умовах стресових ситуацій та несприятливих чинників навколишнього середовища» [6].

Таким чином, військовослужбовці мають бути забезпечені такими харчовими продуктами, що дозволяють швидко готувати велику кількість різноманітної та смачної їжі, а також мінімізують ризик її забруднення чи зараження.

Треба окремо наголосити на тому, що постачання харчових продуктів та пайків має обов'язково проводитися за встановленими нормами забезпечення [8].

Режим харчування військовослужбовців визначає кількість прийомів їжі протягом доби, дотримання фізіологічно обґрунтованих проміжків між ними, раціональний розподіл продуктів, які встановлені нормами харчування протягом дня.

Отже, дотримання правильного харчування сприяє збереженню здоров'я та підвищенню стійкості організму до різних видів навчальних або бойових навантажень [10].

Таким чином, забезпечення особового складу військ продовольством здійснюється за нормами продовольчих пайків, якими визначені асортимент і кількість продуктів харчування, що надається одному військовослужбовцю на добу.

Зазначимо, що норми продовольчих пайків мають розроблятися з урахуванням вимог раціонального харчування, оскільки нормування харчування військовослужбовців ускладнюється у зв'язку з тим, що їхнє фізичне і нервово-психічне навантаження постійно змінюється: то зростає, наприклад, у період бойових дій, посилення навчально-бойової підготовки на військових навчаннях, під час фізичних тренувань, бойового чергування, то знижується – під час відпочинку, навчання тощо.

Отже, істотний вплив на можливості виконання бойового завдання чинить вплив кількість енергії, яку військовослужбовці отримують під час засвоєння їжі, і забезпеченість підрозділу продуктами харчування для її поповнення. Таким чином, це дає підстави для вивчення, дослідження й визначення складу раціонів харчування для військовослужбовців [1; 2].

Результати аналізу літературних джерел [1–4] свідчать про наявність описів основних раціонів харчування військовослужбовців у сучасних умовах.

Забезпечення харчування військовослужбовців регулюється Постановою Кабінету Міністрів України № 426 від 29.03.2002 р. «Про норми харчування військовослужбовців Збройних Сил, інших військових формувань та Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації поліцейських, осіб рядового, начальницького складу органів і підрозділів цивільного захисту» [9]. Цей документ визначає завдання, організацію та порядок продовольчого забезпечення Збройних Сил України.

Питання організації харчування військовослужбовців недостатньо розглянуто в науковій літературі. Зокрема, можна назвати роботи М. І. Пересічного [5], Н. О. Стеценко [6], О. О. Козачишеної та Н. М. Стукальської [7] тощо, але у спеціалізованій літературі є відсутнім цілісний інструментарій оптимізації трикомпонентної харчової модельної системи з метою встановлення оптимального співвідношення компонентів.

Метою даної статті є розроблення та обґрунтування методики оптимізації складу трикомпонентної харчової системи для покращення харчування військовослужбовців.

Основна спрямованість у поліпшенні харчування військових полягає в розробці й оптимізації раціонів харчування. Для складання раціонів харчування важливим є добова витрата енергії й співвідношення основних харчових речовин у раціоні. Добова витрата енергії може змінюватися залежно від сезону й виконуваних бойових завдань. Відповідно до формули збалансованого харчування й кількості витрат енергії можна виділити такі групи, де kb – частка білків, kg – частка жирів, ku – частка вуглеводів [3]:

$$E = 4500 \dots 5000 \text{ ккал: } kb / kg / ku = 0,13 / 0,29 / 0,58; \quad (1)$$

$$E = 5500 \dots 6500 \text{ ккал: } kb / kg / ku = 0,12 / 0,28 / 0,60; \quad (2)$$

$$E = 6500 \dots 8000 \text{ ккал: } kb / kg / ku = 0,11 / 0,27 / 0,62. \quad (3)$$

Перспективність використання фаршированих виробів полягає в тому, що при фіксованій харчовій цінності оболонки залежно від інгредієнтів фаршів та їх співвідношення можна створювати вироби із заданою харчовою цінністю.

Одним із ключових чинників, що формує параметри відповідності харчової системи до властивостей, які від неї очікують, виступає спосіб оптимізації співвідношення її рецептурних компонентів. Для вирішення задачі оптимізації проводять цільове комбінуння рецептурних інгредієнтів відповідно до комплексу бажаних нативних властивостей.

Як компоненти модельної фаршевої системи було обрано традиційні для української кухні харчові інгредієнти: нежирний кислий сир, м'ясо яловичини та протерте картопляне пюре. Попередню підготовку компонентів проводили за традиційною методикою [4].

Для консистенції пластичних напівфабрикатів зручно використовувати показник граничної напруги зсуву (ГНЗ). Порівняно зі зміною величин інших реоло-

гічних властивостей ГНЗ – найбільш чутливий показник до зміни технологічних і механічних факторів [5].

Як свідчать дослідження [5], величина ГНЗ для різних видів ковбасного фаршу при зміні вологості на 1% змінюється на 10–15% і більше, тоді як числові значення інших властивостей зазнають незначних змін. Аналогічні залежності спостерігаються при зміні вмісту жиру і ступеня подрібнення фаршів [5]. Відповідно параметр, за яким достовірно можна судити про консистенцію і якісні характеристики пластичних пастоподібних і фаршевих напівфабрикатів, є ГНЗ. Цей показник можна використовувати для оцінки фаршів та напівфабрикатів з пластичною структурою у процесі їх виготовлення. Нами було поставлено задачу дослідити зміни ГНЗ у трикомпонентній модельній системі залежно від співвідношення нежирного кислого сиру, м'яса яловичини та протертого картопляного пюре.

З цією метою були сплановані та проведені повнофакторні експерименти за методикою [6] типу 23, де 3 – кількість інгредієнтів, обраних для кожного напівфабрикату. Апроксимацію експериментальних даних про зміну ГНЗ проводили поліномами другого ступеня за допомогою пакета Mathcad:

$$Q = 3,93 \cdot 10^{-5} \cdot X_1 \cdot X_3 - 1,67 \cdot 10^{-4} \times X_2 \cdot X_3 - 0,57 \cdot 10^{-5} \cdot X_3^2 + 9,81 \times 10^{-4} \cdot X_3 - 2,10 \cdot X_1 \cdot X_2 + 1,40 \times 10^{-4} \cdot X_2^2 + 5,48 \cdot 10^{-3} \cdot X_2 + 6,45 \times 10^{-3} \cdot X_1 - 3,59 \cdot 10^{-5} \cdot X_1^2, \quad (4)$$

де X_1 – кількість кислого сиру, %;
 X_2 – кількість картопляного пюре, %;
 X_3 – кількість м'яса яловичини, %.

Зважаючи, що у трикомпонентній системі, якщо задана відсоткова кількість двох компонентів, кількість відсотків третього компонента буде встановлена автоматично, нами побудовані графіки залежності ГНЗ модельної системи від кількості м'яса яловичини та протертого картопляного пюре (рис. 1).

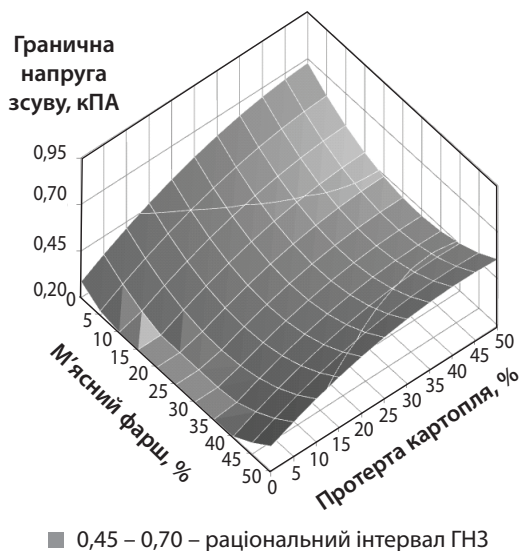


Рис. 1. Зміна ГНЗ модельної системи залежно від кількості м'яса яловичини та протертої картоплі

Як свідчать літературні джерела [1–4], еталонні показники ГНЗ для ковбасних фаршів коливаються від 450 Па для свинячих сардельок, до 700 Па для ковбаси любительської, тому саме цей інтервал нами був обрано як раціональний для системи, що проектується.

Відповідно до формули (2) калорійність денного раціону складає 5500...6500 ккал, відповідно до рекомендацій авторів [1] сніданок повинен складати 40...45% денного раціону, відповідно – 2475...2925 ккал. Тоді обмежуємо цільову функцію калорійністю сніданку (для прикладу). Функція буди мати вигляд:

$$2475 \leq X_1 \cdot 110 + X_2 \cdot 75 + X_3 \cdot 218 \leq 2925. \quad (5)$$

Для визначення оптимального співвідношення компонентів використали спосіб рішення компромісних задач багатопараметричної оптимізації методом сполучених градієнтів. Для обчислення було використано надбудову «Пошук рішень» пакета MS Excel. Метод полягає в обранні цільової функції, лімітованої до встановленого значення, та опис обмежень із системи рівнянь.

Функціями, що характеризують обмеження вмісту рецептурних компонентів, прийнято:

$$X_1 \geq 0; \quad (6)$$

$$X_2 \geq 0; \quad (7)$$

$$X_3 \geq 0; \quad (8)$$

$$450 \leq Q \leq 700. \quad (9)$$

Вміст всіх інгредієнтів повинен бути позитивним числом:

$$0 \leq X_1; \quad (10)$$

$$0 \leq X_2; \quad (11)$$

$$0 \leq X_3. \quad (12)$$

Сума мас інгредієнтів повинна відповідати кінцевій масі готового продукту і для даного завдання становить 100 г, тому накладали умову вмісту рецептурних інгредієнтів за загальною масою суміші в грамах:

$$X_1 + X_2 + X_3 = 100. \quad (13)$$

Отримані результати наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Оптимальні співвідношення компонентів харчової системи

Назва рецептурних компонентів	Кодоване значення	Масова частка компонентів, г
Кислий сир	X_1	15
Картопляне пюре	X_2	40
М'ясо яловичини	X_3	45

ВИСНОВКИ

Режим харчування військовослужбовців визначає кількість прийомів їжі протягом доби, дотримання фізіологічно обґрунтованих проміжків між ними, раціональний розподіл продуктів, які встановлені нормами харчування протягом дня.

Норми продовольчих пайків мають розроблятися з урахуванням вимог раціонального харчування, оскільки нормування харчування військовослужбовців ускладню-

ється у зв'язку з тим, що їхнє фізичне і нервово-психічне навантаження постійно змінюється.

Дотримання правильного харчування сприяє збереженню здоров'я, а також підвищенню стійкості організму до різних видів навчальних або бойових навантажень.

У статті наведено приклад процесу оптимізації трикомпонентної харчової модельної системи з метою встановлення оптимального співвідношення компонентів. Обґрунтовано використання фаршевих систем для створення спеціалізованих продуктів для харчування військовослужбовців.

З отриманих у роботі даних можна зробити висновок про перспективність фаршевих мас як продуктів харчування військовослужбовців і зручність комбінування компонентного складу відповідно до завдань харчування.

Перспективою подальших досліджень є створення фаршевих продуктів харчування з декількома варіантами рецептури відповідно для потреб військовослужбовців, які виконують різні військові завдання. ■

ЛІТЕРАТУРА

- 1. Стародубцев С. О.** Математичні моделі оптимізації раціонів харчування військовослужбовців / С. О. Стародубцев, Ю. І. Кушнерук, В. І. Тробюк // Системи озброєння і військова техніка. – 2008. – № 2 (14). – С. 111–114.
- 2.** Збірник рецептур національних страв та кулінарних виробів: для підприємств громадського харчування всіх форм власності / О. В. Шалимінов, Т. П. Дятченко, Л. О. Кравченко та ін. – К.: А. С. К., 2003. – 848 с.
- 3. Косой В. Д.** Инженерная технология биотехнологических средств / В. Д. Косой, Я. И. Виноградов, А. Д. Малышев. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 648 с.
- 4. Саутин С. Н.** Мир компьютеров и химическая технология / С. Н. Саутин, А. Е. Пунин. – Л.: Химия, 1991. – 140 с.
- 5.** Технологія харчових продуктів функціонального призначення: монографія / [Мазаракі А. А., Пересічний М. І., Кравченко М. Ф. та ін.]; за ред. М. І. Пересічного. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К.: Нац. торг.-екон. ун-т, 2012. – 1116 с.
- 6. Стеценко Н. О.** Особливості організації харчування військовослужбовців в польових умовах / Н. О. Стеценко, Г. О. Сімахіна // Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 28–29 травня 2015 р. – К.: НУХТ, 2015. – С. 20–21.
- 7. Козачишена О. О.** Аналіз харчування військовослужбовців Збройних Сил України / О. О. Козачишена, Н. М. Стукальська // Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчової промисловості: міжнародна наукова конференція, присвячена 130-річчю Національного університету харчових технологій, 13–17 жовтня 2014 р. – К.: НУХТ, 2014. – С. 615.
- 8. Шекера О. Г.** До проблеми реформування Збройних Сил при сучасній демографічній ситуації в Україні / О. Г. Шекера // Військова медицина України. – 2001. – Т. 1, №1. – С. 26–33.
- 9.** Постанова Кабінету Міністрів України № 426 від 29.03.2002 р. «Про норми харчування військовослужбовців Збройних Сил, інших військових формувань та Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації поліцейських, осіб рядового, начальницького складу органів і підрозділів цивільного захисту» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/426-2002-%D0%BF>
- 10. Товма Л. Ф.** Технологія змін норм харчування військовослужбовців Внутрішніх військ МВС України / Л. Ф. Товма, В. О. Русанов // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – 2014. – Вип. 2 (39). – С. 49–51.

REFERENCES

- Kosoy, V. D., Vinogradov, Ya. I., and Malyshev, A. D. *Inzhenernaya tekhnologiya biotekhnologicheskikh sredstv* [Engineering technology biotechnology funds]. St. Petersburg: GIORД, 2005.
- Kozachyshena, O. O., and Stukalska, N. M. "Analiz kharchuvannia viiskovosluzhbovtiv Zbroinykh Syl Ukrainy" [Analysis of food Armed Forces of Ukraine]. *Novi idei v kharchovii nauksi – novi produkty kharchovii promyslovosti*. Kyiv: NUKhT, 2014. 615–.
- [Legal Act of Ukraine] (2002).
- Mazaraki, A. A. et al. *Tekhnolohiia kharchovykh produktiv funktsionalnoho pryznachennia* [Food Technology functionality]. Kyiv: KNTEU, 2012.
- Sautin, S. N., and Pulin, A. E. *Mir kompyuterov i khimicheskaya tekhnologiya* [The world of computers and chemical technology]. Leningrad: Khimiya, 1991.
- Stetsenko, N. O., and Simakhina, H. O. "Osoblyvosti orhanyzatsii kharchuvannia viiskovosluzhbovtiv v polovykh umovakh" [Features Catering troops in the field]. *Ozdorovchi kharchovi produkty ta diietychni dobavky: tekhnolohii, yakist ta bezpeka*. Kyiv: NUKhT, 2015. 20-21.
- Shalyminov, O. V. et al. *Zbirnyk retseptur natsionalnykh strav ta kulinarnykh vyrobiv* [Collection of recipes of national dishes and culinary products]. Kyiv: A. S. K., 2003.
- Shekera, O. H. "Do problemy reformuvannia Zbroinykh Syl pry suchasni demografichni situatsii v Ukraini" [The problem of reforming the Armed Forces in the present demographic situation in Ukraine]. *Viiskova medytsyna Ukrainy*, vol. 1, no. 1 (2001): 26-33.
- Starodubtsev, S. O., Kushneruk, Yu. I., and Trobiuk, V. I. "Matematychni modeli optymizatsii ratsioniv kharchuvannia viiskovosluzhbovtiv" [Mathematical models of optimization of military food rations]. *Systemy ozbroiennia i viiskova tekhnika*, no. 2 (14) (2008): 111-114.
- Tovma, L. F., and Rusanov, V. O. "Tekhnolohiia zmin norm kharchuvannia viiskovosluzhbovtiv Vnutrishnikh viisk MVS Ukrainy" [Technology changes in nutritional standards of servicemen of the Internal Troops of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Kharkivskoho universytetu Povitrianykh Syl*, no. 2 (39) (2014): 49-51.