

екологічної та економічно виправданої енергетичної бази українського агросектору майбутнього.

Список використаних джерел

1. Burlaka S., Kupchuk I., Boretska T., Gontaruk Ya., Melnyk M. Optimizing the process of mixing diesel fuel and biofuel in a blade mixer to improve mixture quality. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal*. 2024. Vol. 27, № 3. P. 31–52. <https://doi.org/10.33223/epj/189437>

2. Galushchak O., Burlaka S., Kupchuk I., Bondarenko V., Gontaruk Y. Environmental indicators of the operation of a diesel generator on a mixture of biofuels. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal*. 2023. Vol. 26, № 4. P. 195–208. <https://doi.org/10.33223/epj/170759>

UDC 664-436.1

ANALYSIS OF ENERGY COSTS IN GRANULATORS

Komar A. S., engineer

Dmytro Motorny Tavria State Agrotechnological University, Zaporizhzhia, Ukraine

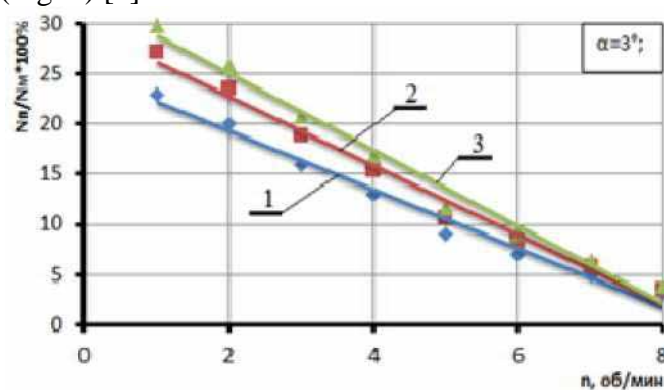
In today's highly employed environment, granulated/tableted products are becoming increasingly popular, as they improve the transportability of bulk raw materials, reduce caking, and prevent segregation of multi-component mixtures. Granulators are the key components in the production of such products [1-3].

Today, a wide variety of granulators are available for structuring food, pharmaceutical, and other products. Given the diversity, it becomes difficult to select the optimal granulation type specifically required for a given type of raw material, especially when many granulators are universal and can operate over a wide range of feedstock properties. Determining the energy costs of the process becomes crucial, which in turn directly impacts the cost and competitiveness of the finished product [4-6].

Vibratory granulators are frequently used; however, a review of the literature failed to yield information on the unit energy consumption of vibratory granulators, making it impossible to conduct a comparative analysis using the same units of measurement [6].

Mechanical energy consumption in vibratory drum granulators consists of the costs of converting frictional forces into a mechanical drive (friction in bearing assemblies, cylindrical gears, etc.) and processing costs: moving the granulated product, pellet rolling, flow segregation, etc. To determine the quantitative value of "useful energy consumption" compared to mechanical energy consumption, a series of experiments were conducted [4-6].

The results of the study of "useful energy consumption" as a function of belt agitation frequency are shown in the graph (Fig. 1) [6].



1 – A=1 мм, v=30 Гц; 2 – A=1 мм, v=50 Гц; 3 – A=3 мм, v=20 Гц

Fig. 1. Dependence of “useful energy consumption” on the rotation frequency of the ribbon mixer

Data analysis suggests that "useful costs" account for no more than 28% of mechanical costs, and with increased operating parameters (oscillation frequency, amplitude, and oscillatory oscillations), they decrease to 22%. The physicochemical properties of the binder solution have a lesser impact on energy costs, accounting for approximately 0.3-1% of the total energy costs. For a comparative assessment of existing granulators, individual energy costs for the granulation process were used, measuring the amount of energy expended to produce one kilogram of product [7, 8].

Gear granulators have a wide range of applications, are characterized by a stable granulate production process, and are also compact. The energy consumption of these granulators is low, ranging from 11.2 to 22.4 kWh/t. Matrix granulators offer similar advantages, but their energy consumption is higher, ranging from 28 to 100 kWh/t. Extrusion press granulators also offer the advantage of continuous operation. Disadvantages of these granulators include the complexity of manufacturing the working parts, low productivity, and heating of the processed material due to high friction forces in the pre-matrix zone, which necessitates cooling [9, 10].

A comparative analysis shows that the specific productivity of trough vibratory granulators is approximately 12 t/(m² h). Drum and disc granulators, on the other hand, have a throughput of 980 kg/(m² h). Specific energy consumption for the granulation process is approximately 1.5 kW h/t for vibratory granulators and at least 5.3 kW h/t for ball granulators. However, these types of granulators produce highly unstable particle size distributions, which entails increased energy consumption for classification and reprocessing.

References

1. Комар А. С. Selecting a pellet granulator. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: Мат. IV Міжнар. наук.-практ. конф. мол. учених. (03-28 лютого 2025 р.)* Запоріжжя: ТДАТУ, 2025. С. 184–185.
2. Болтянський Б. В. Конструктивно-технологічне вдосконалення вальцевих грануляторів з плоскою матрицею. *Науковий вісник ТДАТУ. 2023. Вип. 13, т. 1. № 11.* <https://doi.org/10.31388/2220-8674-2023-1-11>
3. Скляр О. Г., Скляр Р. В. Теоретичні аспекти вибору лінії гранулювання посліду перепелів. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції (01–24 листопада 2023 року).* Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. С. 345–348.
4. De Simone V. [et al.]. Wet-granulation process: phenomenological analysis and process parameters optimization. *Powder Technology. 2018. Vol. 340. P. 411–419.*
5. Popov A. M., Donya D. V. Determination of dependence between thermophysical properties and structural-and-phase characteristics of moist materials. *Foods and raw materials. 2017. Vol. 5, No. 1. P. 137–143.*
6. Yuan Q. [et al.]. Strategies to improve aerobic granular sludge stability and nitrogen removal based on feeding mode and substrate. *Journal of environmental sciences. 2019. Vol. 84. P. 144–154.*
7. Комар А. Lubricants for the main components of pellet presses. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції (03–28 листопада 2025 року).* Запоріжжя: ТДАТУ, 2024. С. 281–282.
8. Комар А., Boltianska N. Ensuring the reliability of complex systems at different stages of operation. *Раціональне використання енергії в техніці – TechEnergy 2022: матеріали XVIII Міжн. наук. конф. (17-19 травня 2022 року).* Київ: НУБІП, 2022. С. 125-129.
9. Скляр О. Г., Скляр Р. В. Теоретичні аспекти вибору лінії гранулювання посліду перепелів. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції (01–24 листопада 2023 року).*

Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. С. 345–348.

10. Болтянська Н. І. Напрями удосконалення робочого процесу вальцово-матричних прес-грануляторів. *Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції*: мат. Міжн. наук.-практ. форуму. Мелітополь: ТДАТУ. 2019. Ч. 1. С. 33–36.

УДК 637.5.03

ПЕРСПЕКТИВИ КРАФТОВОГО ВИРОБНИЦТВА МАРИНОВАНИХ КУРЯЧИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

Губа С., ст.викл.,

Курант Д., здобувач вищої освіти СВО «Бакалавр»

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

М'ясна промисловість України має стратегічне значення при забезпеченні населення білковими харчовими продуктами. М'ясо залишається важливою складовою раціону харчування і не поступається за своїм хімічним складом іншим білковим продуктам. М'ясопереробна галузь України характерна своїми динамічними змінами і підлаштовується як під сировинну базу, так і під потреби споживачів. Безсумнівно, лідируючими гравцями ринку є великі м'ясопереробні комплекси та заводи з різними як моно- так і мультикомплексними напрямками в асортименті. Проте частка попиту на м'ясні вироби, особливо охолоджені напівфабрикати задовольняється за рахунок локальних міні та крафтових виробників. В умовах жорсткої конкуренції серед попиту на якісну та натуральну продукцію, особливу відіграють крафтові виробництва м'ясних напівфабрикатів. Вони поєднують традиційні технології з сучасними підходами, пропонуючи споживачам широкий асортимент та «знайоме обличчя» регіонального виробника, що часто формує прихильність особливо в поєднанні ціна-якість [1].

Особливе місце в крафтовому м'ясному виробництві займають мариновані напівфабрикати, які поєднують зручність використання, високу якість та стабільні смакові характеристики. Застосування натуральних маринадів дозволяє покращити ніжність м'яса, посилити аромат і сформувати оригінальний смаковий профіль продукту. Суттєву частку серед м'ясних маринованих напівфабрикатів займають напівфабрикати з м'яса курки, що зумовлено економічною складовою та високими органолептичними та дієтичними властивостями таких виробів [2].

Класичний асортимент маринованих напівфабрикатів з курячого м'яса: тушка куряча, напівтушка куряча, четвертина задня, грудка куряча, окорок курячий, стегно куряче, ніжка куряча, курчата табака та шашлик з курячого філе. Крафтове виробництво здатне забезпечити динамічні зміни в асортименті та підлаштуватися під гастрономічні вподобання своїх споживачів без втрати якості та прибутків. Саме тому доцільним є детальне вивчення даного напрямку м'ясопереробного комплексу з перспективою розробки проекту крафтового виробництва.

Маринування є універсальною технологією підготовки різних видів м'ясної сировини, зокрема свинини, яловичини, баранини, кролятини, м'яса птиці та дичини. Сутність цього процесу полягає в обробці м'яса спеціальними сумішами (маринадами), що містять ароматичні компоненти, спеції та функціональні добавки, які сприяють покращенню органолептичних і технологічних властивостей продукту. Склад маринадів відзначається великою різноманітністю і може включати водно-жирові емульсії, органічні кислоти, рослинні екстракти, мінеральні сполуки, пом'якшувачі тканин, пряні овочі, фруктові соки, оцет, лимонний сік, вино, соєвий соус, ефірні олії, кисломолочні продукти, а також різні трави й