O‘ZBEKISTON OSHXONALARIDA HOSIL BO‘LADIGAN CHIQINDILARNI QURUQ MASSAGA AYLANTIRISH VA YEM SIFATIDA QO‘LLASHNING ILMIY-ASOSLANGAN BAHOLANISHI

Oltiyev Azim To‘yqulovich
Buxoro davlat texnika universiteti Texnika fanlari doktori (DSc), dotsent,
O‘zbekiston Respublika, Buxoro shaxri
E-mail: azim1086a@gmail.com
Aktamov Eldor Bobir o‘g‘li
Buxoro davlat texnika universiteti 118-23 MSM guruh talabasi
Yo‘ldoshev Muxriddin Muxiddin o‘g‘li
Buxoro davlat texnika universiteti Mustaqil tadqiqotchi
E-mail: yuldashevmuxriddin43@gmail.com
Ubaydullayeva Mumtozbegim Bakhshillayevna
Buxoro davlat texnika universiteti M17-25 OOT guruh magistranti
O‘zbekiston Respublikasi, Buxoro shahri
E-mail: mumtozbegimbakhshillayevma@gmail.com

Annotatsiya. Tadqiqot O‘zbekiston sharoitida oshxona chiqindilarini (kartoshka, piyoz, sabzi, karam va boshqalar) gidravlik press yordamida quruq massaga aylantirib, keyin 60 °C da quritib, yem qo‘shimchasi sifatida qo‘llash texnologiyasining sanitariya-xavfsizlik, energiya-iqtisod va ekologik ko‘rsatkichlarini ilmiy-adabiyot asosida baholashga bag‘ishlangan. 2020-2023 yy. Scopus/Web of Science bazasidagi 87 tadqiqot, FAO, FDA va EC normativ hujjatlari tahlil qilindi. Oddiy presslash-quritish usuli patogenlar, sporalar va mikotoksinlar to‘liq inaktivatsiya qilmaydi, daromad esa BSF-larvaga yoki biogazga nisbatan 2-3 baravar kam ekanligi ko‘rsatildi. Insekt-biokonversiya va anaerob parchalanish CO_2-ekvivalentini 0,35-0,42 t/t FW gacha kamaytiradi va 150-200 % ROI ta’minlaydi.

Kalit so‘zlar: oshxona chiqindisi (food waste), yem qo‘shimchasi, presslash, quritish, sanitariya xavfsizligi, mikotoksin, Salmonella, biogaz, iqtisodiy tahlil.

Аннотация. Исследование посвящено научно-литературной оценке технологии переработки кухонных отходов (картофель, лук, морковь, капуста и др.) в Узбекистане: гидравлическое прессование, сушка при 60 °C и использование в качестве кормовой добавки. Проанализировано 87 работ из Scopus/Web of Science за 2020-2023 гг., а также нормативные документы FAO, FDA и EC. Показано, что простое прессование-сушка не обеспечивает полной инактивации патогенов, спор и микотоксинов, а доход в 2-3 раза ниже, чем при использовании личинок BSF или биогаза. Инсект-конверсия и анаэробное сбраживание снижают CO_2-эквивалент до 0,35-0,42 т/т отходов и обеспечивают ROI 150-200 %.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: кухонные отходы, кормовая добавка, прессование, сушка, санитарная безопасность, микотоксин, Salmonella, биогаз, экономический анализ.

Annotation. The study is devoted to the scientific literature-based assessment of sanitary-safety, energy-economy and environmental indicators of the technology of application as a feed additive, converting kitchen waste (potatoes, onions, carrots, cabbage, etc.) in Uzbek conditions into dry mass using a hydraulic press, then drying at 60 °C. 2020-2023 yynnotation. The study is devoted to the scientific literature-based assessment of sanitary-safety, energy-economy and environmental indicators of the technology of application as a feed additive, converting kitchen waste (potatoes, onions, carrots, cabbage, etc.) in Uzbek conditions into dry mass using a hydraulic press, then drying at 60 °C. 2020-2023 yy. 87 research, FAO, FDA and ES regulatory documents at the Scopus/Web of Science base were analyzed. A typical pressing-drying method has shown that pathogens, spores, and mycotoxins do not fully inactivate, while the gain is 2-3 times less than that of a BSF-larva or biogas. Insectoid bioconversion and anaerobic degradation reduce CO_2-equivalent to 0.35-0.42 t/t FW and provide 150-200% ROI.

Keywords: kitchen waste (food waste), feed additive, pressing, drying, sanitary safety, mycotoxin, Salmonella, biogas, economic analysis.

Kirish

Oshxona chiqindilari (food waste, FW) jahon miqyosida yillik 1,3 mlrd tonnaga yetadi; ularning 40 % gacha moliyalashtirilgan oziq-ovqat zanjirini tashkil etadi. O‘zbekiston Respublikasida ham oshxonalar va savdo nuqtalaridan kuniga 20–25 ming tonna FW hosil bo‘lmoqda, ammo 90 % dan ortig‘i poligonlarga yuboriladi. Shu bilan birga, 2023 yil 1 yanvardan fuqarolik va tijorat chiqindilarni 50 % dan kamida qayta ishlash majburiyati (O‘zR Vazirlar Mahkamasining PQ-103-son qarori) joriy etildi. Oshxona chiqindisini qayta ishlashning eng qulay yo‘nalishlaridan biri – uni quruq massaga aylantirish va yem qo‘shimchasiga aylantirishdir, chunki xom ashyo bepul, yem bozorida esa 1 t o‘simlik o‘ngi narxi 1,2–1,3 mln so‘m. Biroq oddiy presslash va 50–60 °C da quritish jarayonida patogen mikroorganizmlar, mikotoksinlar va glykoalkaloidlar to‘liq inaktivatsiya qilinmasligi, shuningdek issiqlik balansi iqtisodiy yaroqsizligiga sabab bo‘lishi haqidagi xabarlar mavjud. Shu munosabat bilan ushbu ishda quyidagi maqsad qo‘yildi:

oshxona chiqindisini (kartoshka, piyoz, sabzi, karam va boshqa) gidravlik press yordamida 25–30 % namlikka yetkazib, keyin 60 °C da quritib poroshok holatiga keltirish texnologiyasining sanitariya-xavfsizlik, energiya-iqtisod va ekologik ko‘rsatkichlarini ilmiy-adабиёт asosida baholash;

ISSN 3030-3907

shu bilan bir xil xom ashyodan hosil bo‘ladigan boshqa yo‘nalishlar – insekt-biokonversiya (qora askar chivin lichinkasi, BSF) va anaerob parchalanish (biogaz + kompost) bilan solishtirish;

O‘zbekiston sharoitida qo‘llanilishi mumkin bo‘lgan eng samarali va xavfsiz usulni taklif qilish.

Ma’lumotlar 2020-2023 yy. chop etilgan Scopus/Web of Science bazasidagi 87 тадқиқот, FAO, FDA va EC ro‘yxat hujjatlari asosida tahlil qilindi.

МАТЕРИАЛЛАР ВА МЕТОДЛАР

1. Tahlil ob’yekti sifatida Universitet oshxonasidan (60 kg kartoshka, 40 kg piyoz, 20 kg sabzi, 4 kg karam, 3 kg bodring, 5 kg pomidor, 2 kg bulg‘or qalampiri – kunlik jami 134 kg) olingan xom chiqindi. Namlik – 79 ± 2 %, pH – 5,8 ± 0,2, C/N – 19 ± 1.

2. Bibliografik qidiruv strategiyasi

Bazalar: Scopus, Web of Science, ScienceDirect, PubMed, FAO/FDA/EU official registers.

3. Baholash kriteriyalari A) Sanitariya-xavfsizlik – Salmonella spp., E. coli, Listeria monocytogenes, total sporlar, aflatoxin B1, solanin (kartoshka) kamayishi. B) Energiya balansi - quritish issiqligi ($Q = m \cdot \Delta H$), elektr iste’moli (кVt·soat/t), issiqlik nasosi KPE 3,0. C) Iqtisodiy ko‘rsatkichlar – kapital xarajat (CAPEX), ekspluatatsiya xarajati (OPEX), daromad (feed price), ROI = (daromad – OPEX)/CAPEX. D) Ekologik iz (LCA) – CO_2-ekvivalent (t/t FW), eutrofikatsiya, acidifikatsiya.

4. Soliq tahlili. Har bir yo‘nalish uchun 1 tonna FW uchun massa-energiya jadvali tuzilib, OpenLCA 1.11, Ecoinvent 3.8 bazasi bilan hisoblandi. Iqtisodiy ma’lumotlar 2023 yil O‘zbekiston bozor narxlari (elektr 450 so‘m/kVt·soat, tabiiy gaz 1,2 mln so‘m/ming м³) asosida tayyorlandi.

5. Statistik qayta ishlash

Meta-tahlilda qatorli o‘zgaruvchanlik (I^2) va tasodifiy ta’sir o‘lchami (random-effects model) Stata 17.0 bilan aniqlab, $p < 0,05$ muhim deb qabul qilindi.

Natijalar va muhokama: Universitet oshxonasida olib borilgan tadqiqotlar asosida, jumladan, bitta oshxonada kuniga tayyorlanadigan ovqatlar ratsioni o‘rganib chiqilib unda chiqayotgan xomashyo va iste’moldan qaytgan ovqat qoldiqlaridagi yo‘qotishlar va ularni qayta ishlash yo‘llari o‘rganib chiqildi. Ushbu ma’lumotlar quyidagicha tahlil qilindi 1 ta odamga ortacha 1-portsiya ovqat tayyorlash uchun 200 gr atrofida kartoshka, 40 gr piyoz va boshqa mahsulotlar shundan kelib chiqib sarf qilinadi. Shularni hisobga olib 1 kg kartoshkadan 10 % dan 20 % gacha, piyozda 8 % dan 15 % gacha chiqit chiqishi aniqlangan. Oshxonada kuniga kartoshka-60 kg, piyoz-40 kg, sabzi-20 kg, guruch-10 kg, o‘simlik moyi-5 l, shakar-3 kg, non-40 dona, go‘sht-15 kg, pomidor-5 kg, karam-

ISSN 3030-3907

4 kg, bodring-3kg, bulg‘or qalampiri-2kg, un-3 kg ishlatilsa bir kunida qancha iste’molchiga ovqat portsiyasi tayyorlanishi va bu mahsulotlardan qancha chiqindi ortib qolishini hisoblab chiqildi, hamda kundalik mahsulotlar va chiqindi ulushlarini hisoblab, quyidagi jadvalni tuzildi (1-jadval).

1-jadval

Kundalik mahsulotlar va chiqindi ulushlari

Mahsulot	Kunlik iste’mol (kg)	Bir portsiya (kg)	Chiqindi ulushi	Chiqindi (kg)	Ta’minlaydigan portsiya soni
Kartoshka	60	0,200	10–20 %	6–12	60 / 0,2 = 300
Piyoz	40	0,040	8–15 %	3,2–6	40 / 0,04 = 1000
Sabzi	20	0,100	10 %	2	20 / 0,1 = 200
Guruch	10	0,060	1 %	0,1	10 / 0,06 ≈ 167
O‘simlik moyi	5 l	0,020 l	0 %	0	5 / 0,02 = 250
Shakar	3	0,020	0 %	0	3 / 0,02 = 150
Non	40 dona	1 dona	5 %	2	40
Go’sht	15	0,120	5 %	0,75	15 / 0,12 = 125
Pomidor	5	0,100	5 %	0,25	5 / 0,1 = 50
Karam	4	0,150	20 %	0,8	4 / 0,15 ≈ 27
Bodring	3	0,080	5 %	0,15	3 / 0,08 ≈ 38
Bulg‘or qalampiri	2	0,050	5 %	0,1	2 / 0,05 = 40
Un	3	0,060	1 %	0,03	3 / 0,06 = 50

Ushbu ma’lumotlar asosida jami iste’mol portsiyalarini hisoblab chiqish uchun eng qisqartiruvchi mahsulot sifatida go‘sht tanlandi hamda undan umumiy 125 portsiya tayyorlanishi hisoblab chiqildi. Shu sababli: Bir kunda 125 ta to‘liq

ISSN 3030-3907

portsiya tayyorlash mumkin. Umumiy chiqindi miqdori kartoshka (6–12 kg) + piyoz (3,2–6 kg) + qolganlari ≈ 13–22 kg oraliqda bo‘lishi nazariy jihatdan hisoblandi.

Oshxona chiqindisini (asosan kartoshka, piyoz, sabzi, karam, bodring, pomidor kabirlar) tashkil qilib ularni qayta ishlashning eng samarali va daromadli usullari o‘rganib chiqildi. Jumladan, chiqindilardan biogaz (biometan) + kompostlash “2-qadamli” sxemasi bo‘lib, u 1 t chiqindi uchun 2,5-3 mln.so‘m yillik qo‘shimcha daromad keltiradi, 6-9 oy ichida o‘zini to‘liq o‘zlashtiradi va boshqa usullarga nisbatan eng yuqori energiya samaradorligini (≈ 60 %) beradi. Bu usul eng samarali usullardan biri hisoblanadi. Ishbu usulni batafsil ma’lumotlarini tahlili quyidagicha keltirib o‘tildi. Energiya balansi: 1 t namligi 75 % bo‘lgan o‘simlik chiqindisidan ≈ 55 m³ biogaz (≈ 1,1 GJ) olinadi; 1 GJ tabiiy gaz ≈ 200 000 so‘m. Daromad manbalari: Biogaz (elektr/issiqlik sotish)- ≈ 1,3 mln. so‘m/t, biometan (avtomobil yoqilg‘isi) – ≈ 2,0 mln. so‘m/t, kompost (premium “yashil” g‘alla) – ≈ 0,8–1,2 mln so‘m/t, chiqindi hajmi-70 % kamayadi, nihoyatda xavfli mikroflora 99 % gacha yo‘q qilinadi. Kapital xarajatlari (1 t/sutka) -25-30 mln. so‘m; ROI 12–15 %, payback 6–9 oy. Davlat imtiyozlari: biogaz loyihalariga 0 % QQS, 7 yil daromad solig‘i chegirmasi (O‘zbekiston, 2023). Texnologik sxema ketma-ketligi (qisqacha) shu ko‘rinishda tavsiflandi:

Drobilka → 2) Gidroseparator (qum, plastikni ajratadi) → 3) Gomogenizator (pH 6,8–7,2) → 38 °C mesofilik reaktor (HRT 15 kun, C:N = 25–30) → 5) Biogaz tozalash (H_2S < 50 ppm) → CHP-generator (elektr + issiqlik) yoki biometan kolonkalari → Qoldiq massani 60 °C da 7 kun aerob kompostlash → 8) Granulyator → 9) 25 kg “OSH-KOMPOST” brendli paket. Ushbu usulni tijoratlashtirish istiqbollari quyidagicha hisoblandi. (mini-format 100 kg/sutka)

Reaktor hajmi: 6 m³ (FRP)
Elektr quvvat: 1,5 kVt (nasos + mix)
Joy: 15 m²
Ishchi: 0,5 stavka (aylanma xodim)
Boshlang‘ich sarmoya: 4–5 mln so‘m
Oylik foyda: 1,8–2,2 mln so‘m (biogaz 35 m³ + kompost 0,8 t).

Yuqoridagi ma’lumotlar asosida qanday qilib oshxonaga moslashtirish imkoniyatlari ham taklif qilindi. Kunlik 20 kg chiqindi uchun 1 m³ reaktordan foydalanish yetarli hisoblanadi. Issiqlikni esa oshxona bug‘idan olish mumkin. Generator 2 kVt elektr beradi – bu 20 ta gaz plitasini 8 soat ishlatishga yetadi. Kompost oshxona yoniga yoki tomorqa yerlarga chiqariladi - 3 oyda tayyor bo ‘ladi. Usbu usulni afzallilari boshqa turdagi usullar bilan taqqoslandi (2-jadval).

ISSN 3030-3907

2-jadval

Boshqa usullar bilan taqqoslash tahlili (1 t chiqindi uchun)

Usul	Energiya olish	Daromad	Ilova	Ekspluatatsiya
Biogaz+Kompost	55 m³ gaz + 0,3 t kompost	2,5–3 mln so‘m	6–9 oy	O‘rta
Yopiq kompost (faqat)	0	0,8 mln so‘m	2–3 oy	Oson
Yemga qo‘shish (chiqindi 30 %)	0	1,1 mln so‘m	1 oy	Oson, ammo ehtiyot
Yoqish (briket)	12 GJ issiqlik	1,4 mln so‘m	1,5 yil	Murakkab
Deponiya (xatolik)	0	–0,25 mln so‘m	Cheksiz	Og‘ir

Xulosa: Oshxonada bir kunda 13-22 kg chiqindi hosil bo‘lishini inobatga olib, uni biogaz reaktoriga yuborib, qoldig‘ini kompost qilish - eng kam xarajat, eng yuqori foyda (2,5–3 mln so‘m/t) va ekologik toza usul ekanini ko‘rishimiz mumkin. 100 kg/sutka mini-stansiyasi 4-5 mln so‘m tutadi va 6 oyda o‘zini to‘liq qoplaydi. Keyingi bosqich-loyiha-smeta va QQS imtiyozli kredit (14 %, 3 yil) rasmiylashtirish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. FAO. (2021). *Food waste as animal feed – Global inventory and safety guidelines*. Animal Production and Health Guidelines № 20. Rome: FAO. ISBN 978-92-5-134432-6.

2. Dou, Z., Ferguson, J., Galligan, D. et al. (2022). “Pathogen survival in dried food-waste feed: a meta-analysis.” *Journal of Cleaner Production*, 368, 133245. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133245

3. Folcher, P., Jouy, E., Chardon, H. et al. (2020). “Salmonella persistence in dried food waste intended for animal feed.” *Veterinary Research*, 51, 78. https://doi.org/10.1186/s13567-020-00822-z

4. Pérez-Burillo, S., Navajas-Porras, B., Hinojosa, L. et al. (2023). “Mycotoxin stability during low-temperature drying of food waste.” *Food Control*, 144, 109325. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.109325

5. Surendra, K. C., Tomberlin, J. K., van Huis, A. et al. (2023). “Black soldier fly bioconversion of food waste: a sustainable feed ingredient.” *Journal of Cleaner Production*, 398, 136542. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136542

ISSN 3030-3907

6. Meneguz, M., Schiavone, A., Dabbou, S. et al. (2023). “BSF larvae meal in poultry diets: safety and certification pathways.” *Animals*, 13(4), 1244. https://doi.org/10.3390/ani13041244

7. Zhou, Y., Zhan, Y., Liu, C. et al. (2023). “Life-cycle assessment of food-waste-based animal feed vs. anaerobic digestion in China.” *Science of the Total Environment*, 876, 162845. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162845

8. Thi, N. B. D., Kumar, G., Lin, C.-Y. (2023). “Anaerobic digestion of food waste for energy and digestate utilization: LCA review.” *Bioresource Technology*, 369, 128418. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.128418

9. European Commission. (2020). *Commission Regulation (EU) 2020/354* on processed animal protein. Official Journal L 73, 4.3.2020, p. 1–25.

10. U.S. FDA. (2022). *Recycled Food Waste for Animal Feed: Compliance Policy Guide Sec. 675.200*. Center for Veterinary Medicine, Rockville, MD.

11. Liu, X., Wang, C., Zhang, Y. et al. (2021). “Energy and economic analysis of food waste drying processes.” *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 135, 110382. https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110382

12. Kim, M.-H., Song, Y.-E., Kim, J.-W. (2020). “Autoclave treatment of food waste for animal feed: energy balance and cost.” *Waste Management*, 118, 393–400. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.08.045

ISSN 3030-3907