QURITISH HAMDA VAKUUM EKSTRAKSIYA USULLARINI KOMPLEKS OPTIMALLASHTIRISH

Nozimjon Xoshimjonovich To'xtaboyev
Qo'qon universiteti Andijon filiali
notu.nt@gmail.com
ORCID 0000-0003-3841-2660

Yuldasheva Muhlisa Muhammadjon qizi
Qo'qon universiteti Andijon filiali
muhlisayoldasheva533@gmail.com
DOI:https://doi.org/10.5281/zenodo.23601601

Annotatsiya: Mazkur tezisda o'simlik xomashyosini qayta ishlashda qo'llaniladigan quritish va vakuum ekstraksiya jarayonlarini yagona texnologik zanjir sifatida kompleks optimallashtirish masalasi ko'rib chiqilgan. Quritish rejimi (harorat, bosim, davomiylik) xomashyoning g'ovakligi, namlik va biologik faol moddalar tarkibini o'zgartirishi sababli keyingi ekstraksiya samaradorligiga bevosita ta'sir qilishi asoslangan. Jarayonlarni alohida emas, o'zaro bog'liq holda optimallashtirish uchun javob sirti metodologiyasi (RSM), Boks–Benken rejasi, Derringer–Suich maqbullik funksiyasi va NSGA-II ko'p maqsadli genetik algoritmi taklif etilgan. Natijada ekstrakt unumi va sifatini oshirish, energiya sarfini kamaytirish hamda biologik faol komponentlar yo'qotilishini minimallashtirish imkonini beruvchi uslubiy yondashuv ishlab chiqilgan.

Kalit so'zlar: quritish, vakuum ekstraksiya, kompleks optimallashtirish, javob sirti metodologiyasi, maqbullik funksiyasi, ko'p maqsadli optimallashtirish, energiya samaradorligi.

Oziq-ovqat, farmatsevtika va parfyumeriya-kosmetika sanoatida o'simlik xomashyosidan biologik faol moddalarni ajratib olish texnologiyalariga bo'lgan talab ortib bormoqda. Odatda texnologik zanjir ikki asosiy bosqichdan iborat: xomashyoni quritish va quritilgan material yoki yangi xomashyodan ekstraksiya qilish. Amaliyotda bu bosqichlar ko'pincha mustaqil ravishda, har biri uchun alohida maqbul rejim izlash orqali loyihalanadi. Biroq quritish natijasida hosil bo'lgan tuzilma (g'ovaklik, hujayra devorlarining holati, qoldiq namlik) ekstraksiya kinetikasini belgilaydi. Shu sababli lokal optimum global optimumga mos kelmasligi mumkin va jarayonlarni kompleks, o'zaro bog'langan holda optimallashtirish zarur bo'ladi. Tadqiqotning maqsadi — quritish hamda vakuum ekstraksiya jarayonlarini birgalikda optimallashtirishning uslubiy asoslarini ishlab chiqish va ularning amaliy qo'llanilish yo'nalishlarini aniqlashdan iborat.

Quritish va vakuum ekstraksiyaning mohiyati

Quritish. Quritish — materialdan namlikni issiqlik va massa almashinuvi orqali chiqarib tashlash jarayoni bo'lib, uning kinetikasi A. V. Lykov nazariyasi, Fik diffuziya tenglamalari va yupqa qatlam empirik modellari (Peydj, Lyuis va boshqalar) yordamida ifodalanadi. Issiq havoda quritish keng tarqalgan bo'lsa-da, yuqori haroratda termolabil moddalar (efir moylari, polifenollar, vitaminlar) parchalanadi. Vakuumli va sublimatsion quritish bu yo'qotishlarni kamaytiradi, ammo energiya sarfi va jarayon davomiyligi oshadi.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

Vakuum ekstraksiya. Vakuum ostida erituvchining qaynash harorati pasayadi, natijada ekstraksiya past haroratda olib borilib, issiqlikka sezgir komponentlar saqlanadi. Bundan tashqari pasaytirilgan bosim xomashyo g'ovaklaridagi havoni chiqarib, erituvchining ichkariga kirishini yengillashtiradi va massa almashinuvini tezlashtiradi. Ekstraksiya samaradorligiga harorat, qoldiq bosim, gidromodul (suyuqlik-qattiq nisbat), zarracha o'lchami, erituvchi tarkibi va davomiylik ta'sir qiladi.

3. Kompleks optimallashtirish uslubiyati

Taklif etilayotgan yondashuv to'rt bosqichdan iborat:

1. Omillar va javoblarni tanlash. Quritish bosqichi uchun: harorat (X_1), qoldiq bosim (X_2), davomiylik (X_3). Ekstraksiya bosqichi uchun: harorat (X_4), bosim (X_5), gidromodul (X_6), vaqt (X_7). Javob funksiyalari: ekstr

[22.10.2026 12:45] Yuldasheva Muxlisa: akt unumi (Y_1), asosiy faol modda miqdori (Y_2), antioksidant faolligi (Y_3), solishtirma energiya sarfi (Y_4).

2. Tajriba rejalashtirish. Dastlab Plakket–Burman yoki skrining tajribalari orqali muhim omillar ajratiladi, so'ngra Boks–Benken rejasi asosida minimal tajribalar sonida ikkinchi tartibli regressiya modellari quriladi [2, 4, 10].

3. Modelni baholash. Modellarning adekvatligi dispersion tahlil (ANOVA), determinatsiya koeffitsiyenti (R^2), moslik yo'qligi mezoni va qoldiqlar tahlili bilan tekshiriladi.

4.Ko'p mezonli optimallashtirish. Qarama-qarshi maqsadlar (unumni oshirish va energiyani kamaytirish) Derringer–Suich maqbullik funksiyasi orqali bitta umumiy mezonga keltiriladi. Zarur hollarda NSGA-II algoritmi yordamida Pareto-optimal yechimlar to'plami olinadi va qaror qabul qiluvchi shaxs texnik-iqtisodiy talablarga ko'ra eng maqbulini tanlaydi [11].

Umumiy maqbullik funksiyasi quyidagicha aniqlanadi: $D = (d_1 \cdot d_2 \cdot \ldots \cdot d_n)^{(1/n)}$, bu yerda d_i — i-javob uchun alohida maqbullik qiymati (0 dan 1 gacha).

Ikki bosqichni birgalikda optimallashtirish quyidagi afzalliklarni beradi:

• quritishning o'rtacha, ya'ni mo'tadil rejimi (past harorat, nazoratli bosim) ekstraksiya uchun qulay g'ovak tuzilma hosil qilishi hisobiga umumiy unum oshadi.

•energiya sarfi bo'yicha eng qimmat bo'lgan uzoq muddatli chuqur quritishdan voz kechish imkoni paydo bo'ladi;

• termolabil biologik faol moddalarning yo'qotilishi kamayadi, ekstrakt sifati yaxshilanadi;

• tajribalar soni statistik rejalashtirish hisobiga qisqaradi, bu esa tadqiqot xarajatlarini pasaytiradi Shuningdek, yashil ekstraksiya tamoyillari (energiya tejash, xavfsiz erituvchilar, chiqindilarni kamaytirish) nuqtai nazaridan ham bunday yondashuv dolzarbdir. Kelgusida ultratovush yoki mikroto'lqin yordamchi usullar bilan gibrid sxemalarni ham shu uslubiyat doirasida optimallashtirish mumkin.

1. Quritish va vakuum ekstraksiya o'zaro bog'liq jarayonlar bo'lib, ularni alohida optimallashtirish global samaradorlikni ta'minlamaydi.

2. RSM (Boks–Benken rejasi), maqbullik funksiyasi va NSGA-II algoritmlarini birlashtirgan kompleks yondashuv ko'p omilli va ko'p mezonli masalani yechishga imkon beradi.

3. Taklif etilgan uslubiyat xomashyoning turiga qarab (dorivor o'simliklar, mevalar, ziravorlar) moslashtirilib, sanoat sharoitida energiya va resurslarni tejash hamda mahsulot sifatini oshirish uchun qo'llanilishi mumkin.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Лыков А. В. Теория сушки. — М.: Энергия, 1968. — 472 с.
2. Box G. E. P., Behnken D. W. Some new three level designs for the study of quantitative variables // Technometrics. — 1960. — Vol. 2, No. 4. — P. 455–475.
3. Derringer G., Suich R. Simultaneous optimization of several response variables // Journal of Quality Technology. — 1980. — Vol. 12, No. 4. — P. 214–219.
4. Bezerra M. A., Santelli R. E., Oliveira E. P., Villar L. S., Escaleira L. A. Response surface methodology (RSM) as a tool for optimization in analytical chemistry // Talanta. — 2008. — Vol. 76, No. 5. — P. 965–977.
5. Chemat F., Rombaut N., Sicaire A.-G., Meullemiestre A., Fabiano-Tixier A.-S., Abert-Vian M. Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. A review // Ultrasonics Sonochemistry. — 2017. — Vol. 34. — P. 540–560.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.