



*Qurbonova Ra'noxon Ilxomiddin qizi*

*Termiz muhandislik texnologiya instituti o'qituvchisi*

*Abdunazarov Elyor Mamasoat o'g'li*

*Termiz muhandislik texnologiya instituti, kimyoviy texnologiya ta'lim*

*yo'nalishi 3 kurs talabasi*

### **Annotatsiya**

Maqolada oziq-ovqat mahsulotlaridagi kimyoviy moddalarning eritmada kristallanish jarayoni so'nggi ilmiy adabiyotlar yordamida tahlil qilingan. Jumladan, kristallanish jarayonining fizik mohiyati va kimyoviy yo'l bilan sodir bo'lishi rasm, jadval va fikrlar bilan tasdiqlangan. Kristallanish jarayonining bosqichlari misollar bilan tushuntirilgan.

**Kalit so'zlar.** Eritma, kristall, laktoza, lizin, sentrifuga, eruvchanlik, to'yingan eritma, o'ta to'yingan eritma, konsentrasiya.

**Kirish.** Kristallanish deb, modda zarrachalarining energiya holatini minimallashtirish uchun aniq belgilangan, ma'lum geometrik shaklga ega qattiq kristall panjaraga joylashishi jarayoniga aytiladi. Kristal panjaraning eng kichik a'zosi makroskopik kristalni o'stirish uchun zarrachalar (atom, ion yoki molekula) ni qabul qila oladigan birlik hujayra deb ataladi. Kristallanish jarayonida zarrachalar va birlik xujayralari yaxshi aniqlangan burchaklar bilan bir-biriga bog'lanib, silliq yuzalar va qirralarga ega bo'lgan xarakterli kristall geometrik shaklini hosil qiladi [1].

Kristallanish tabiatda ham sodir bo'lishi mumkin, ammo farmatsevtika, kimyo va oziq-ovqat sanoatida ajratish va tozalash bosqichi sifatida keng sanoat qo'llanilishiga ega [2].

Kristallanish hayotimizning barcha jabhalariga ta'sir qiladi, biz iste'mol qiladigan oziq-ovqat va dori-darmonlardan tortib, jamoalarimizni energiya uchun ishlatadigan yoqilg'ilargacha [3].

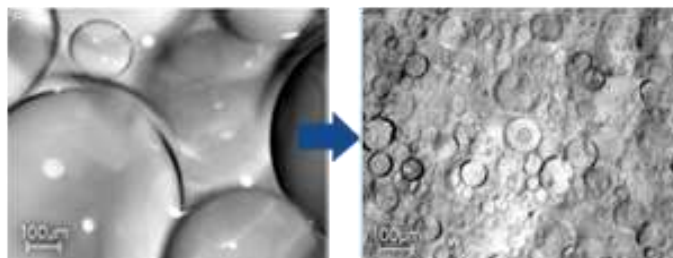
Agrokimyo va farmatsevtika mahsulotlarining aksariyati ularni ishlab chiqarish jarayonida ko'plab kristallanish bosqichlaridan o'tadi. Oziq-ovqat sanoatida laktoza va lizin kabi ingredientlar iste'mol qilish uchun odamlar va hayvonlarga kristallar sifatida





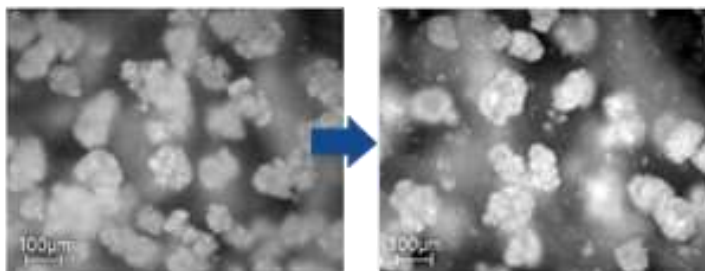
yetkazib beriladi. Neft-kimyó sanoati uchun asosiy xavfsizlik muammosi chuqur dengiz quvurlarida gaz gidratlarining istalmagan kristallanishi hisoblanadi [4].

Shuning uchun butun dunyo bo'ylab ko'plab sohalardagi olimlar va muhandislar har kuni kristallanish jarayonlarini tushunish, optimallashtirish va nazorat qilishlari kerak. Samarali kristallanish yuqori sifatli va xavfsiz ishlab chiqarishni ta'minlaydi [5].



**1-rasm. Suvda eruvchan moddalarning kristallanish jarayoni  
(elektron mikroskopda ko'rinishi)**

**Tadqiqot usuli.** Kristallanish mahsulot sifati uchun muhim ahamiyatga ega, chunki u zarrachalar hajmi, tozaligi va mahsulot unumdorligiga ta'sir qiladi. Misol uchun, farmatsevtika sanoatida faol farmatsevtik tarkibiy qismning kristallanishi istalgan mahsulot spetsifikatsiyalarini qondirish uchun qattiq nazorat qilinishi kerak.



**2-rasm. Suvda erimaydigan moddalarning kristallanish jarayoni  
(elektron mikroskopda ko'rinishi)**

**Tajriba qismi.** Kristallanish, shuningdek, quritish, oquvchanlik va suyultirish kabi jarayonlarga ham ta'sir qiladi. Masalan, kristallanish jarayonining zarracha hajmining keng taqsimlanishi sekin filtrlash va samarasiz quritishga olib kelishi mumkin, bu esa butun ishlab chiqarish jarayonida muammoni keltirib chiqarishi mumkin [6].

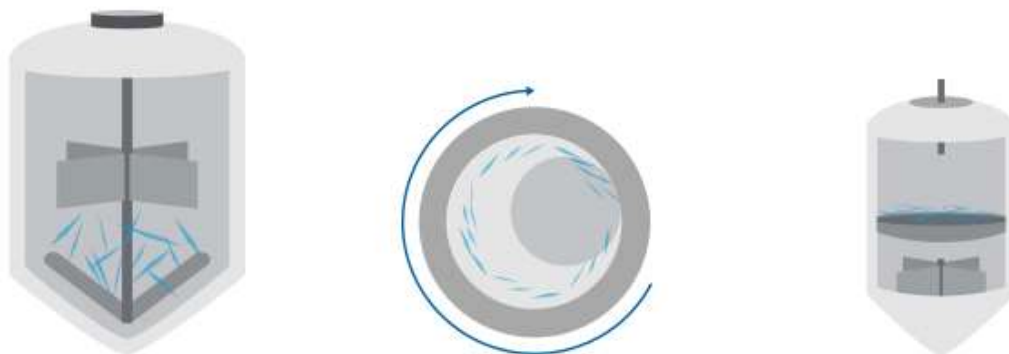
Kristallar juda ko'p muhim xususiyatlarga ega bo'lsa-da, kristall hajmining taqsimlanishi yakuniy mahsulot sifatiga katta ta'sir ko'rsatadi. Kristal o'lchami va shakli kristalizadorning quyi oqimidagi asosiy bosqichlarga bevosita ta'sir qiladi, filtrlash va





quritish ko'rsatkichlari ushbu muhim omillarning o'zgarishiga olib keladi. Shuningdek,, yakuniy kristal hajmi ham mahsulot sifatiga bevosita ta'sir qilishi mumkin. Farmatsevtik birikmalarda kristallanish, ko'pincha, zarrachalar hajmiga bog'liq bo'lib, ularning eruvchanligi va erish xususiyatlarining yaxshilanishi uchun tez-tez talab qilinadigan kichikroq zarrachalar zarur bo'ladi.

To'g'ri kristallanish sharoitlari va jarayon parametrlarini diqqat bilan tanlash orqali kristal o'lchamlarini boshqarish mumkin. Jarayon kattaliklarining o'zgarishi, masakan, o'sish va erish kabi asosiy o'zgarishlarga qanday ta'sir qilishini tushunish olimlarga sifatli kristallarni olish imkonini beradi.



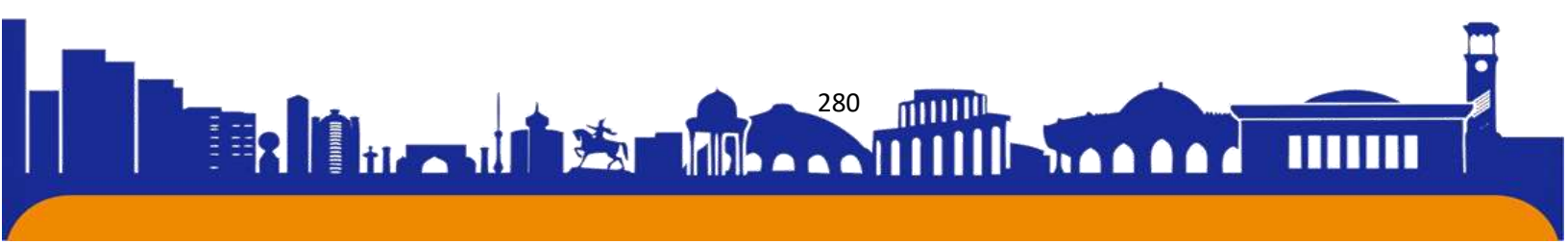
### 3-rasm. Eritmalarni kristallantirishda ishlatiladigan qurilma-sentrifuga

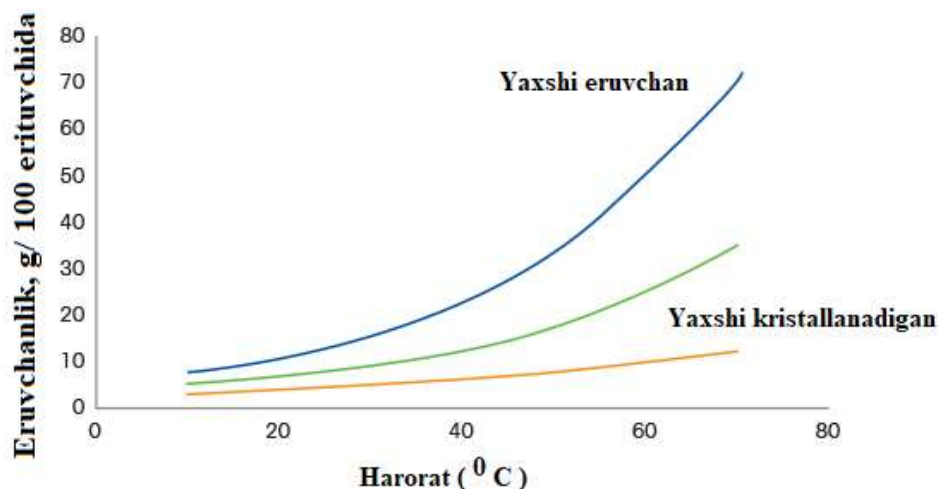
#### *Kristallanish bosqichlari*

Mahsulotni kristallantirish uchun tanlangan usul bir necha omillarga qarab farq qilishi mumkin bo'lsa-da, kristallanishning oltita umumiy bosqichi mavjud. Olimlar kerakli kristallanish jarayonini ishlab chiqish uchun asos yaratish uchun eruvchanlik egri chizig'idan foydalanadilar. Kristallanish jarayoni uchun omillarni aniqlash uchun eruvchanlik egri chiziqlari harorat va eruvchanlikka qarab chiziladi. Kristallanishga ta'sir etuvchi omillardan biri mos erituvchini tanlashdir.

#### *1-bosqich: Tegishli erituvchini tanlash.*

Tegishli erituvchi muhim ahamiyatga ega, chunki kristallanish odatda mahsulotning to'yingan boshlang'ich eritmasida eruvchanligini kamaytirish orqali erishiladi. Erituvchi eruvchan, atrof-muhitga ta'siri kam va qayta ishlanadigan bo'lishi kerak.





#### 4-rasm. Turli moddalarning eruvchanlik va kristallanish jarayonining o'zaro bog'liqligi

##### *2-bosqich: Eritma haroratini oshirib, moddani erituvchida eritish.*

Erituvchiga qo'shimcha ravishda, harorat ham kristallanish sodir bo'lishini aniqlash uchun muhim omil hisoblanadi. Mahsulotning maksimal miqdori erituvchida eritilishi mumkin bo'lgan ma'lum bir harorat mavjud. Bu haroratga etganda eritma to'yingan bo'ladi va issiq eritmadan erimaydigan aralashmalar filtrlanishi mumkin.

##### *3-bosqich: Sovutish, elektrolit qo'shish, bug'latish yoki cho'ktirish orqali kristallanish usullari.*

Kristallanish odatda eritmadagi erigan moddaning eruvchanligini ushbu to'rtta usuldan biri yoki gibril usul bilan amalga oshiriladi. Eruvchanlik pasayganda, eritma o'ta to'yingan bo'ladi. O'ta to'yingan eritmada kristall zarrachalari o'sishi boshlanadi. Bu kristallanishning muhim bosqichidir, chunki u o'lchamdagi taqsimot va faza kabi kristall mahsulot omillarini belgilaydi. Kristallanish usulini tanlash kristallanish uchun mavjud bo'lgan uskunaga, kristallanish jarayonining maqsadlariga va tanlangan erituvchida erigan moddaning eruvchanligi va barqarorligiga bog'liq.

Sovutib kristallantirish: Yuqori haroratda eritilganda, eritma nazorat ostida sovutishdan o'tganda, ko'p miqdorda erigan modda kristallanishi mumkin.

Elektrolit qo'shish: Elektrolit eritmaga qo'shilsa, u eritmaning eruvchanligini pasaytiradi va kristallanish uchun zarur bo'lgan o'ta to'yinganlikni oshiradi.

Bug'latish: Agar eruvchanlik harorat yoki erituvchi tarkibiga bog'liq bo'lmasa, bug'latish talab qilinadi. Yaxshi eriydigan eritma qaynash nuqtasiga qadar qizdiriladi



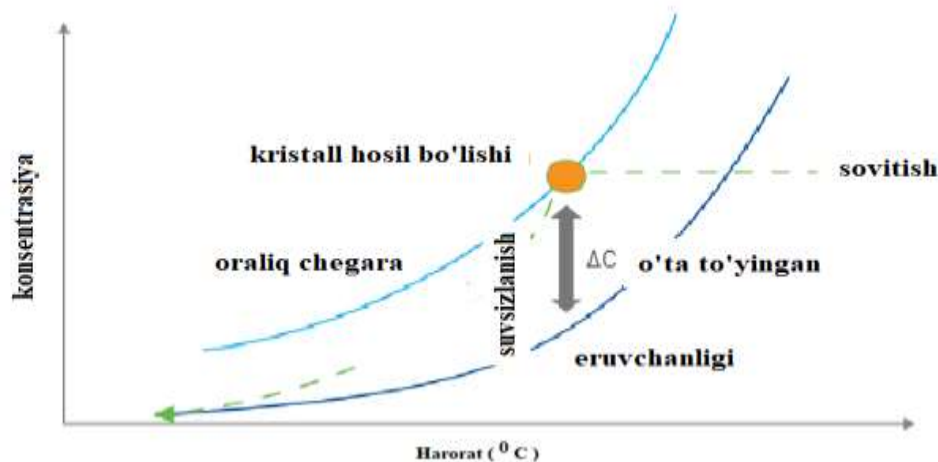


va erituvchi bug'lanish orqali chiqariladi va kristallanishga olib keladi. Yakuniy mahsulot xususiyatlari bug'lanish tezligiga qarab aniqlanadi.

Cho'ktirish: Mahsulot kimyoviy reaksiya orqali ham olinishi mumkin.

#### **4-bosqich: Kristallni o'stirish**

Eruvchanlik pasayganda, kristal kurtakchalari hosil qiladigan va keyin o'sadigan nuqtaga erishiladi. Kristal kurtaklari paydo bo'ladigan nuqta metastabil chegara deb ataladi. O'ta to'yingan eritmada - bu ma'lum bir haroratda haqiqiy konsentratsiya va eruvchanlik konsentratsiyasi o'rtasidagi farq bo'lganda kristall o'sa boshlaydi. Mahsulot kristallanganda juda toza mahsulot kristallari hosil bo'ladi va aralashmalar eritmada qoladi. Kristall o'stirish jarayoni o'ta to'yinganlikni nazorat qilish, kristall mustahkamligini yaxshilash va hosil bo'lgan mahsulotni sifatini oshirish uchun ishlatilishi mumkin.



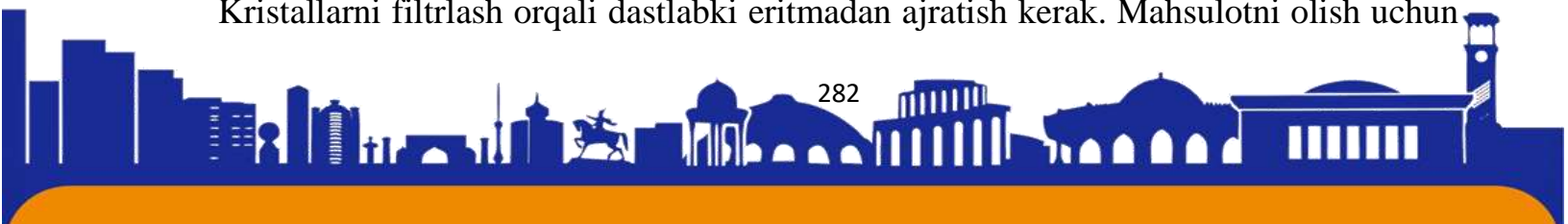
**5-rasm. Moddalarning eruvchanligi va kristallanish irasidagi bog'liqlik diagrammasi**

• **5-bosqich: Kristallanishni maksimal darajada oshirish uchun tizim muvozanatini siljitish.**

• Eruvchanlikka asoslanib, yuqori sifatli kristall olish uchun bir yoki bir nechta kristallanish usullari (sovitish, elektrolit qo'shish, bug'lanish yoki chok'rtirish) amalga oshiriladi. Samarali kristallanish jarayonlarini amalga oshirish uchun o'ta to'yinganlik darajasini nazorat qilish va zarrachalar mexanizmi kristallari qanday o'tishini tushunish kerak.

#### **6-bosqich: Eritmani filtrlash**

Kristallanish jarayonlarining aksariyati uchun qattiq, tozalangan zarralar kerak. Kristallarni filtrlash orqali dastlabki eritmada ajratish kerak. Mahsulotni olish uchun

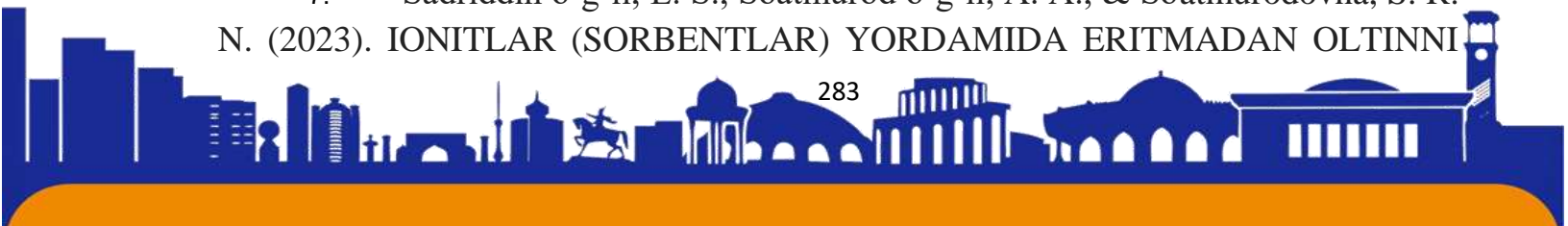




samarali filtrlash jarayoniga qo'yiladigan talablar filtrlash uchun kristalli suspenziya, vakuum tutqichi yoki harakatlantiruvchi kuch sifatida ishlatiladigan bosim, filtr qog'ozi, g'ovakli plastinka va toza kolba kabi filtrlash uskunalari va nihoyat, tozalangan kristall mahsulot atmosfera yoki vakuum usuli bilan quritiladi. Amaldagi usul erituvchi turi, harorat va eritma barqarorligi kabi omillarga bog'liq bo'ladi.

### Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Szilágyi, B., Eren, A., Quon, J. L., Papageorgiou, C. D., & Nagy, Z. K. (2022). Monitoring and digital design of the cooling crystallization of a high-aspect ratio anticancer drug using a two-dimensional population balance model. *Chemical Engineering Science*, 257, 117700. <https://doi.org/10.1016/j.ces.2022.117700>
2. Salami, H., Harris, P. R., Yu, D. C., Bommarius, A. S., Rousseau, R. W., & Grover, M. A. (2022). Periodic wet milling as a solution to size-based separation of crystal products from biocatalyst for continuous reactive crystallization. *Chemical Engineering Research and Design*, 177, 473–483. <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2021.11.007>
3. Yang, L., Zhang, Y., Liu, P., Wang, C., Qu, Y., Cheng, J., & Yang, C. (2022). Kinetics and population balance modeling of antisolvent crystallization of polymorphic indomethacin. *Chemical Engineering Journal*, 428, 132591. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.132591>
4. Salami, H., McDonald, M. A., Bommarius, A. S., Rousseau, R. W., & Grover, M. A. (2021). In Situ Imaging Combined with Deep Learning for Crystallization Process Monitoring: Application to Cephalexin Production. *Organic Process Research & Development*, 25(7), 1670–1679. <https://doi.org/10.1021/acs.oprd.1c00136>
5. Sato, Y., Liu, J., Kukor, A. J., Culhane, J. C., Tucker, J. L., Kucera, D. J., Cochran, B. M., & Hein, J. E. (2021). Real-Time Monitoring of Solid–Liquid Slurries: Optimized Synthesis of Tetrabenazine. *The Journal of Organic Chemistry*, 86(20), 14069–14078. <https://doi.org/10.1021/acs.joc.1c01098>
6. Sirota, E., Kwok, T., Varsolona, R. J., Whittaker, A., Andreani, T., Quirie, S., Margelefsky, E., & Lamberto, D. J. (2021). Crystallization Process Development for the Final Step of the Biocatalytic Synthesis of Islatravir: Comprehensive Crystal Engineering for a Low-Dose Drug. *Organic Process Research & Development*, 25(2), 308–317. <https://doi.org/10.1021/acs.oprd.0c00520>.
7. Sadridin o'g'li, E. S., Soatmurod o'g'li, A. A., & Soatmurodovna, S. R. N. (2023). IONITLAR (SORBENTLAR) YORDAMIDA ERITMADAN OLTINNI





8. Uralov, N. B., Turaev, H. Kh., Eshkarayev, S. Ch., & Eshqorayev, S.S. (2021). Analysis of graphene properties, production and application. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 11 (103), 726-728.

