

MAKKAJO'XORI MEVASINING ENERGIYA TEJAMKOR QURITISH QURILMASINI AVTOMATLASHTIRISH

Andijon davlat texnika instituti

Texnologik jarayonlarni ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va boshqarish

Jumaqulov Baxtiyorjon

Annotatsiya: Ushbu maqolada makkajo'xori mevasini energiya tejamkor quritish qurilmasini avtomatlashtirish masalalari tadqiq qilinadi. Zamonaviy qishloq xo'jaligi texnologiyalarida energiya tejamkorligi va mahsulot sifatini saqlash dolzarb muammo hisoblanadi. Tadqiqotda quritish jarayonini avtomatlashtirish, issiqlik va namlikni boshqarish, zamonaviy datchiklar va boshqaruv tizimlaridan foydalanish imkoniyatlari ko'rib chiqiladi. Ilmiy asoslangan yondashuvlar, amaliy tajriba va ilg'or xorijiy tajribalarga tayanilgan holda, energiya sarfini kamaytirish va mahsulot sifatini oshirishga qaratilgan texnologik yechimlar ishlab chiqiladi.

Kalit so'zlar: makkajo'xori, energiya tejamkorlik, quritish, avtomatlashtirish

Abstract: This article investigates the issues of automating an energy-efficient drying apparatus for maize kernels. In modern agricultural technologies, energy conservation and preservation of product quality are critical challenges. The study explores the automation of the drying process, control of heat and moisture, and the use of modern sensors and control systems. Based on scientifically grounded approaches, practical experience, and advanced international practices, technological solutions are developed to reduce energy consumption and improve product quality.

Keywords: maize, energy efficiency, drying, automation

Аннотация: В данной статье рассматриваются вопросы автоматизации энергоэффективной установки для сушки зерен кукурузы. В современных агротехнологиях энергосбережение и сохранение качества продукции являются актуальными задачами. В исследовании анализируются автоматизация процесса сушки, управление теплом и влажностью, а также использование современных датчиков и систем управления. На основе научно обоснованных подходов, практического опыта и передового зарубежного опыта разрабатываются технологические решения, направленные на снижение энергозатрат и повышение качества продукции.

Ключевые слова: кукуруза, энергоэффективность, сушка, автоматизация

KIRISH

Makkajo'xori, ya'ni *Zea mays* L., jahon miqyosida eng muhim don ekinlaridan biri bo'lib, oziq-ovqat, yem-xashak va sanoat uchun asosiy xom ashyo hisoblanadi. Mamlakatimizda ham

makkajo'xori yetishtirish hajmi yil sayin ortib bormoqda, bu esa uning saqlash va qayta ishlash texnologiyalarini takomillashtirish zaruratini yuzaga keltirmoqda. Ayniqsa, donni to'g'ri va samarali quritish, namlik miqdorini me'yorda saqlash orqali mahsulot sifati va saqlanish muddatini oshirish muhim ahamiyat kasb etadi. Biroq, an'anaviy quritish usullari ko'pincha yuqori energiya sarfi, noaniq boshqaruv va mahsulot sifatining pasayishi kabi muammolarga olib keladi. Shu sababli, energiya tejamkor va avtomatlashtirilgan quritish qurilmalarini ishlab chiqish va joriy etish dolzarb ilmiy-texnik muammo sifatida qaralmoqda. Ushbu maqolada makkajo'xori mevasini energiya tejamkor quritish qurilmasini avtomatlashtirish masalalarining nazariy va amaliy jihatlarini chuqur tahlil qilinadi, ilg'or texnologik yondashuvlar, boshqaruv tizimlari va zamonaviy datchiklardan foydalanish imkoniyatlari ko'rib chiqiladi. Bundan tashqari, milliy va xalqaro miqyosda olib borilgan tadqiqotlar, tajriba natijalari va zamonaviy avtomatlashtirish texnologiyalari asosida takomillashtirilgan quritish usullarining samaradorligi yoritiladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Makkajo'xori donini quritish va uning energiya tejamkorligini oshirish zamonaviy ilmiy-texnika taraqqiyoti uchun muhim sohalardan biri hisoblanadi. Ushbu sohada olib borilgan tadqiqotlar, avvalo, quritish jarayonining fizik-mexanik va termodinamik asoslarini chuqur tahlil qilishdan boshlanadi. Quritish jarayoni don tarkibidagi namlikning issiqlik ta'sirida bug'lanishi va tashqi muhitga chiqarilishi bilan tavsiflanadi. Bu jarayonni samarali boshqarish uchun issiqlik va namlikning don massasi bo'ylab taqsimlanishi, issiqlik almashinuvi va bug'lanish tezligi, shuningdek, tashqi muhit parametrlarining o'zgarishi bo'yicha matematik modellashtirish ishlari olib borilgan.[1] Klasik nazariy asoslar, jumladan, N.N. Lebedev, S.F. Kiselev va boshqa olimlarning issiqlik almashinuvi va quritish jarayonlari haqidagi ishlari, bugungi kunda ham muhim metodologik manba sifatida e'tirof etiladi. Ularning tadqiqotlarida don zarralarining ichki va tashqi qatlamlari o'rtasida issiqlik va namlik oqimlari, quritish tezligiga ta'sir etuvchi omillar, optimal harorat va namlik parametrlari matematik tahlil qilinadi. Bu nazariy asoslar zamonaviy avtomatlashtirilgan quritish tizimlarining loyihalanishida ham keng qo'llaniladi.[2]

Quritish texnologiyalarining evolyutsiyasi tarixiy jarayonda bir necha bosqichlarni bosib o'tdi. Dastlabki bosqichlarda makkajo'xori mevalari ochiq havoda, quyosh nuri yordamida yoki oddiy issiq havo oqimlari bilan quritilgan. Biroq, bu usullar energiya sarfi va mahsulot sifatining bir me'yorda saqlanishini ta'minlay olmas edi. XX asrning ikkinchi yarmidan boshlab, elektr va gaz yoqilg'isida ishlovchi mexanizatsiyalashgan quritish uskunalari paydo bo'ldi. Shu bilan birga, issiqlik energiyasidan maksimal samarali foydalanish, issiqlik izolyatsiyasi va issiqlikni qayta ishlatish texnologiyalari ishlab chiqildi. Bugungi kunda esa, energiya tejamkorlik va avtomatlashtirish sohasidagi taraqqiyot natijasida, quritish jarayonining har bir bosqichini real vaqt rejimida monitoring qilish, optimal parametrlarni avtomatik ravishda boshqarish imkoniyati paydo bo'ldi. Bu yo'nalishda AQSh, Xitoy, Braziliya va Yevropa mamlakatlarida olib borilgan tadqiqotlar va sanoat tajribalari dunyo bo'ylab ilg'or texnologik yechimlarni shakllantirishda muhim rol o'ynadi. Masalan, Amerika Qo'shma Shtatlarida John

Deere, Bühler va boshqa kompaniyalar tomonidan ishlab chiqilgan zamonaviy quritish liniyalari, energiya sarfini 15-20% ga kamaytirish va mahsulot sifatini oshirishda muhim natijalarga erishgan.

Mamlakatimizda ham ushbu sohada qator milliy olimlar, jumladan, S.S. Oripov, M.A. Abdullayev, A.R. To'rayev va boshqalar tomonidan makkajo'xori quritish texnologiyalarini takomillashtirish bo'yicha ilmiy izlanishlar olib borilgan. Ularning tadqiqotlarida mahalliy iqlim sharoiti, hosilning agrotexnik xususiyatlari, energiya resurslarining iqtisodiy samaradorligi chuqur tahlil qilinadi. Ayniqsa, so'nggi yillarda O'zbekiston Respublikasi Innovatsion rivojlanish vazirligi va Qishloq xo'jaligi vazirligi huzurida tashkil etilgan ilmiy markazlar tomonidan energiya tejamkor va avtomatlashtirilgan quritish tizimlarini loyihalash va amaliyotga tatbiq etish ishlari jadal olib borilmoqda. Bu boradagi tajribalar, ayniqsa, mamlakatimiz hududlarida mavjud bo'lgan energiya ta'minoti va iqlim sharoitlariga moslashtirilgan texnologik yechimlarni ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etmoqda.[3]

Nazariy va metodologik asoslarni chuqur tahlil qilgan holda, zamonaviy avtomatlashtirish texnologiyalarining quritish jarayoniga integratsiyalashuvi alohida ahamiyat kasb etadi. Quritish jarayonini avtomatlashtirishda dastlabki bosqichda don namligi, harorat, havo oqimi tezligi kabi parametrlarni aniq va doimiy monitoring qilish muhimdir. Buning uchun zamonaviy datchiklar, masalan, kapasitansli, rezistiv va infraqizil datchiklar keng qo'llaniladi. Ushbu datchiklar yordamida quritish kamerasi va don massasining har bir nuqtasida real vaqt rejimida namlik va harorat o'zgartirishlari aniqlanadi. Boshqaruv tizimlari esa, mikroprotsessorli va raqamli boshqaruv platalari asosida quritish parametrlarini optimal holatda ushlab turadi. Ilg'or xorijiy tajribalarda PLC (Programmable Logic Controller) va SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) tizimlari orqali quritish jarayonini to'liq avtomatlashtirish va masofadan boshqarish imkoniyati yaratilgan. Bu esa nafaqat energiya sarfini kamaytiradi, balki mahsulot sifatini ham bir me'yorda yuqori darajada saqlab qolishga xizmat qiladi.[4]

Empirik tadqiqotlar natijalari shuni ko'rsatadiki, avtomatlashtirilgan quritish tizimlarida energiya sarfi an'anaviy usullar bilan solishtirilganda 18-25% ga kamayadi. Bunga sabab, real vaqt rejimida parametrlar monitoringi asosida issiqlik energiyasi va havo oqimi faqat zarur bo'lgan paytda va kerakli miqdorda ishlatiladi. Masalan, Xitoyda olib borilgan tajribalarda, zamonaviy avtomatlashtirilgan quritish liniyalarida don namligi va haroratini aniqlovchi datchiklar asosida quritish jarayonining har bir bosqichi optimallashtirilgan. Natijada, mahsulot sifati va donning oziq-ovqat uchun yaroqlilik muddati sezilarli darajada oshgan. Yevropa mamlakatlarida esa, issiqlikni qayta ishlatish tizimlari, ya'ni rekuperatorlar yordamida issiq havoning bir qismi qayta ishlatiladi va umumiy energiya sarfi 15-20% ga kamayadi. Shuningdek, zamonaviy qurilmalarda sun'iy intellekt va mashinaviy o'rganish algoritmlaridan foydalangan holda, quritish jarayonining har bir bosqichi uchun optimal boshqaruv strategiyalari ishlab chiqilmoqda.[5]

Ilmiy adabiyotlarda makkajo'xori donini quritish bo'yicha olib borilgan tajriba va amaliy tadqiqotlar, energiya tejamkor qurilmalarning samaradorligini oshirishga qaratilgan bir qator

innovatsion yechimlarni ilgari suradi. Jumladan, issiqlik nasosli quritish tizimlari, infraqizil va mikroto'liqlik quritish texnologiyalari, quyosh energiyasi asosida ishlovchi quritish uskunalari kabi yangi avlod qurilmalar ishlab chiqilgan. Bu qurilmalarning asosiy afzalligi, energiya sarfini sezilarli darajada kamaytirish, mahsulot sifatini yuqori darajada saqlash va atrof-muhitga zararli chiqindilarni kamaytirishdan iborat. Masalan, issiqlik nasosli quritish tizimlarida, tashqi havodan olinadigan past haroratli issiqlik energiyasi yordamida don massasining namligi samarali bug'lanadi va energiya sarfi an'anaviy usullarga qaraganda kamida 25-30% ga kamayadi. Infraqizil va mikroto'liqlik quritish usullari esa, don zarralarining ichki qatlamlarini tez va bir xil darajada qizdiradi, natijada mahsulotning oziq-ovqat qiymati va tashqi ko'rinishi yuqori darajada saqlanadi.[6]

So'nggi yillarda olib borilgan empirik tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, avtomatlashtirilgan energiya tejamkor quritish qurilmalarini ishlab chiqishda quyidagi omillar muhim ahamiyatga ega: datchiklarning sezuvchanligi va aniqligi, boshqaruv tizimining ishonchliligi, qurilmaning texnik xizmat ko'rsatish va ekspluatatsiya xarajatlari, energiya manbalarining mavjudligi va iqtisodiy samaradorligi. Milliy olimlar tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda, ayniqsa, mahalliy sharoitlar uchun moslashtirilgan quritish qurilmalari, quyosh energiyasidan foydalanish imkoniyatlari, past haroratli issiqlik nasoslari va lokal avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari samaradorligi yuqori baholanadi. Ilmiy-tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, avtomatlashtirilgan quritish qurilmasining har bir texnologik bosqichida real vaqt monitoringi va parametrlarni moslashtirish orqali energiya sarfi va mahsulot sifatini optimal holatda ushlab turish mumkin.

Bundan tashqari, ilmiy adabiyotlarda makkajo'xori donini quritishda energiya tejamkorlik va avtomatlashtirishga oid dolzarb muammolar va yechimlar keng muhokama qilinadi. Jumladan, datchiklarning ishonchliligi va uzoq muddatli ishlash imkoniyati, avtomatlashtirilgan boshqaruv algoritmlarining moslashuvchanligi, qurilma qismlarining texnik xizmat ko'rsatishdagi qulayligi va ekspluatatsiya xarajatlari, atrof-muhitga ta'sir va ekologik xavfsizlik masalalari alohida ahamiyat kasb etadi. Zamonaviy ilmiy ishlanmalarda sun'iy intellekt, raqamli boshqaruv tizimlari va IoT (Internet of Things) texnologiyalaridan foydalanish orqali quritish jarayonining har bir bosqichini optimallashtirish, energiya sarfini minimal darajaga tushirish va mahsulot sifatini yuqori darajada saqlash imkoniyatlari tahlil qilinmoqda. Xususan, mashinaviy o'rganish algoritmlari yordamida quritish jarayonining real vaqt parametrlariga asoslangan moslashuvchan boshqaruv strategiyalari ishlab chiqilgan. Bu esa, nafaqat energiya tejamkorligini, balki mahsulot sifatining barqarorligini ham ta'minlaydi.

Yuqorida keltirilgan nazariy, amaliy va empirik tadqiqotlar asosida xulosa qilish mumkinki, makkajo'xori mevasini energiya tejamkor quritish qurilmasini avtomatlashtirish sohasida keng ko'lamli ilmiy izlanishlar olib borilgan va olib borilmoqda. Ilg'or xorijiy va milliy tajribalar, zamonaviy texnologik yechimlar, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari va datchiklar, energiya tejamkor qurilmalar va ekologik xavfsizlik masalalari ushbu yo'nalishda asosiy ilmiy muammolar va ularning yechimlari sifatida ko'rib chiqilmoqda.

Xulosa

Yuqoridagi ilmiy-tahliliy tadqiqotlar natijalari shuni ko'rsatadiki, makkajo'xori mevasini energiya tejamkor quritish qurilmasini avtomatlashtirish zamonaviy qishloq xo'jaligi va oziq-ovqat sanoati uchun muhim texnologik va iqtisodiy ahamiyatga ega. Quritish jarayonining nazariy asoslari, tarixiy taraqqiyoti, milliy va xalqaro tajribalar, zamonaviy avtomatlashtirish texnologiyalari, datchiklar va boshqaruv tizimlari, energiya tejamkorlik va mahsulot sifatini saqlash bo'yicha amalga oshirilgan ilmiy izlanishlar, ushbu yo'nalishda samarali va innovatsion texnologik yechimlarni yaratish imkoniyatini ochadi. Empirik tadqiqotlar asosida energiya sarfini 20-30% ga kamaytirish, mahsulot sifatini yuqori darajada saqlash va ekologik xavfsizlikka erishish mumkinligi isbotlandi. Shu bilan birga, avtomatlashtirilgan quritish qurilmalarini ishlab chiqish va amaliyotga tatbiq etishda datchiklarning aniqligi, boshqaruv tizimining ishonchliligi va texnik xizmat ko'rsatishdagi qulaylik muhim ahamiyat kasb etadi. Kelajakda sun'iy intellekt, raqamli boshqaruv va IoT texnologiyalari asosida yanada ilg'or avtomatlashtirilgan quritish tizimlari ishlab chiqilishi, energiya tejamkorligi va mahsulot sifatini yanada oshirish imkoniyatlarini kengaytiradi. Mamlakatimizda ushbu sohada olib borilayotgan ilmiy-texnik izlanishlar va innovatsion loyihalar, qishloq xo'jaligi mahsulotlarini qayta ishlash va eksport salohiyatini oshirishga xizmat qiladi. Xulosa qilib aytganda, makkajo'xori mevasining energiya tejamkor quritish qurilmasini avtomatlashtirish — zamonaviy agrotexnologiyalarning ajralmas qismi bo'lib, u iqtisodiy samaradorlik, mahsulot sifati va ekologik barqarorlikni ta'minlashda muhim rol o'ynaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Lebedev N.N. Teoriya sushki i teplovoy obrabotki zernovykh produktov. Moskva: Agropromizdat, 1988.
2. Kiselev S.F., Shubin V.I. Tekhnologicheskie protsessy i oborudovanie dlya sushki zerna. Sankt-Peterburg: Lan', 2002.
3. Oripov S.S., Abdullayev M.A., To'rayev A.R. Makkajo'xori quritish texnologiyalari: innovatsion yechimlar va amaliy tajribalar. Toshkent: O'zbekiston Milliy universiteti nashriyoti, 2021.
4. Zhang W., Li H., Wang X. Development and application of automated maize drying systems in China. Journal of Agricultural Engineering, 2019, 56(4): 112–126.
5. Bühler Group. Energy saving solutions for grain drying. Bühler Technical Bulletin, 2020.
6. Nguyen T., Tran P., Lee D. Energy-efficient and intelligent control for grain drying: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2021, 148: 111251.