



## SUT MAHSULOTLARINI SIFATILI SAQLASHNING NOQAT'Y MANTIQQA ASOSLANGAN TIZIMINI ISHLAB CHIQISH

*i.f.n dotsent Sabirov Ulugbek Kuchkarovich*

*Andijan Machine-building Institute*

*Associate Professor of "MICHASCIENCE" Department*

*www..oqilovazizbek078@gmail.com*

***Oqilov Azizbek Kozimjon o'g'li***

*Andijon Mashinasozlik instituti*

*2-kurs tayanch doktoranti*

*oqilovazizbek078@gmail.com*

*+998979885664*

**Kirish.** Sut mahsulotlari, qishloq xo'jaligi va oziq-ovqat sanoatining muhim tarkibiy qismlaridan biri bo'lib, ularning sifatini saqlash va uzluksiz ishlab chiqarish jarayonlari zamonaviy iqtisodiyotda muhim ahamiyatga ega. Sut va uning mahsulotlari, iste'molchilarga yetkazib berishdan oldin, saqlash omborxonalari orqali o'z sifatini saqlab qolishi zarur. Biroq, saqlash jarayonida mikrobiologik xavf va sifatni pasaytiruvchi omillar ko'payishi mumkin, bu esa ishlab chiqarish jarayonining samaradorligini pasaytiradi. Mikroiklim, saqlash omborlarida havo harorati, namlik, gaz tarkibi va boshqa fizik-kimyoviy parametrlar bilan belgilanadi. Ushbu omillar, sut mahsulotlarining sifatini va ularning uzoq muddatli saqlanishini ta'minlashda muhim rol o'ynaydi. An'anaviy boshqarish usullari ko'pincha noaniqlik va murakkabliklarga duch keladi, bu esa samarali nazoratni qiyinlashtiradi va ishlab chiqarish jarayonida muammolarni keltirib chiqaradi. Noqat'iy mantiq (noqat'iy mantiq) asosida boshqarish tizimlari, ushbu muammolarni hal qilishda samarali yechim sifatida ko'rib chiqiladi. Noqat'iy mantiq, noaniq va murakkab vaziyatlarda qaror qabul qilishda yordam beradigan zamonaviy texnologiyalardan biridir. U, inson tajribasini va bilimlarini kompyuter tizimlariga kiritish imkonini beradi, bu esa mikroiklimni boshqarish jarayonini yanada samarali va aniq qiladi. Ushbu maqolada, sut mahsulotlari saqlash omborxonalarning mikroiklimini noqat'iy mantiq asosida boshqarish tizimining ahamiyati, afzalliklari va amaliy qo'llanilishi ko'rib

chiqiladi. Maqsad, ushbu tizim yordamida ishlab chiqarish jarayonini optimallashtirish, sut mahsulotlarining sifatini saqlash va ularning uzoq muddatli saqlanishini ta'minlashdir. Bu, nafaqat ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, balki sut sanoatining raqobatbardoshligini ham ta'minlaydi.

Noqat'iy mantiq asosida boshqarish tizimlari, ushbu muammolarni hal qilishda samarali yechim sifatida ko'rib chiqiladi. Noqat'iy mantiq, noaniq va murakkab vaziyatlarda qaror qabul qilishda yordam beradigan zamonaviy texnologiyalardan biridir. U, inson tajribasini va bilimlarini kompyuter tizimlariga kiritish imkonini beradi, bu esa mikroiklimni boshqarish jarayonini yanada samarali va aniq qiladi. Noqat'iy mantiq, an'anaviy mantiqiy tizimlardan farqli o'laroq, "ha" yoki "yo'q" kabi qat'iy qarorlar o'rniga, ma'lumotlarni "qisman to'g'ri" yoki "qisman noto'g'ri" sifatida baholash imkonini beradi. Bu, murakkab tizimlar va noaniq sharoitlarda qaror qabul qilish jarayonini soddalashtiradi. Ushbu maqolada, sut mahsulotlari saqlash omborxonalarning mikroiklimini noqat'iy mantiq asosida boshqarish tizimining ahamiyati, afzalliklari va amaliy qo'llanilishi ko'rib chiqiladi. Maqsad, ushbu tizim yordamida ishlab chiqarish jarayonini optimallashtirish, sut mahsulotlarining sifatini saqlash va ularning uzoq muddatli saqlanishini ta'minlashdir. Bu, nafaqat ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, balki sut sanoatining raqobatbardoshligini ham ta'minlaydi. Noqat'iy mantiqning ahamiyati,



uning qaror qabul qilish jarayonida noaniqliklarni hisobga olish qobiliyatida yotadi. Masalan, sutning mikrobiologik sifatini baholashda, har bir parametr (masalan, harorat, pH darajasi, mikroblar yuklamasi) o'zgarishi bilan birga, umumiy sifatni baholashda noaniq va murakkab munosabatlar mavjud. Noqat'iy mantiq yordamida, ushbu parametrlar o'rtasidagi munosabatlar "agar-shunday bo'lsa" qoidalari orqali ifodalanadi, bu esa tizimga aniq va ishonchli natijalar berishga imkon yaratadi. Shu

**Adabiyotlar taxlili.** Sut mahsulotlari, o'zining tabiiy xususiyatlari va sifatining tez buzilishi sababli, optimal mikroiklim sharoitida saqlanishi zarur. Mikroiklimning asosiy parametrlariga harorat, namlik va havoning sifati kabi parametrlar kiradi. Ushbu parametrlar sut mahsulotlarining sifatini va saqlash muddatini belgilaydi. Harorat, sut mahsulotlarining mikrobiologik barqarorligini ta'minlashda muhim rol o'ynaydi. Haroratning yuqori darajalari, bakteriyalar va mikroorganizmlarning ko'payishiga olib keladi, bu esa mahsulotning tez buzilishiga sabab bo'ladi [1]. Masalan, sutni 4 °C dan yuqori haroratda saqlash, uning sifatini sezilarli darajada pasaytiradi [2]. Namlik ham muhim parametr hisoblanadi. Sut va sut mahsulotlari uchun ideal namlik darajasi 85-90% atrofida bo'lishi kerak. Yuqori namlik, mikroorganizmlarning o'sishiga yordam beradi, bu esa buzilish jarayonini tezlashtiradi [3]. Shuningdek, namlik darajasi past bo'lsa, sut mahsulotlarida quruqlik va og'riyotgan ta'm paydo bo'lishi mumkin [4]. Havoning aylanmasi omborxonalarda to'plangan namlik va issiqlikni tarqatishda muhim ahamiyatga ega. Yaxshi havalandirma, mikroiklimni boshqarish va mahsulotning sifatini saqlashda yordam beradi. Havoning yetarli darajada aylanishi, ayniqsa, yuqori harorat va namlik sharoitida muhimdir [5]. Mikroiklimni boshqarish uchun innovatsion yondashuvlar, masalan, noqat'iy mantiq tizimlari va avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari qo'llanilishi mumkin. Noqat'iy mantiq, noaniq va murakkab sharoitlarni hisobga olish imkonini beradi, bu esa omborxonalardagi mikroiklimni samarali boshqarishga yordam beradi [6]. Noqat'iy tizimlar yordamida harorat va namlik parametrlarini avtomatik ravishda boshqarish, mahsulotlarning saqlash muddatini uzaytirish va

sababli, noqat'iy mantiq asosida ishlab chiqilgan boshqarish tizimlari, sut mahsulotlarining sifatini saqlash va ishlab chiqarish jarayonini optimallashtirishda muhim rol o'ynaydi. Bu, nafaqat ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, balki iste'molchilar uchun yuqori sifatli va xavfsiz sut mahsulotlarini taqdim etish imkonini beradi. Mikroiklim omborxonalarda saqlanayotgan mahsulotlar uchun muhim ahamiyatga ega.

sifatini oshirishga yordam beradi [4; 1]. Ko'plab tadqiqotlar, mikroiklimni boshqarishning ahamiyatini va uni samarali boshqarish uchun noqat'iy tizimlarning rolini ko'rsatadi. Misol uchun, Shafiq va boshq. [7] tadqiqotlarida noqat'iy logika yordamida mikroiklim parametrlarini optimallashtirish orqali sut mahsulotlarining sifatini saqlashda ijobiy natijalar kuzatilgan. Ularning tadqiqotlari, noqat'iy tizimlar orqali mikroiklimning boshqarilishi oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashda muhim ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatadi. Mikroiklimni boshqarish sut mahsulotlarining sifatini va saqlash muddatini oshirishda muhim ahamiyatga ega. Harorat, namlik va havoning aylanmasi kabi parametrlarni to'g'ri boshqarish, mahsulotlarning buzilishini oldini olishga yordam beradi. Noqat'iy mantiq tizimlari, bu jarayonni yanada samarali qilishga yordam beradi.

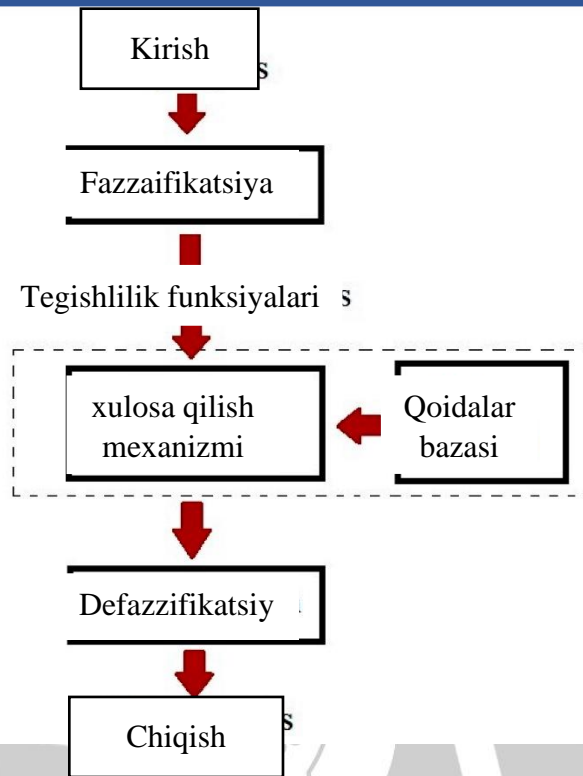
Ushbu tadqiqotda sut mahsulotlarini saqlovchi omborxonalardagi mikroiklimni boshqarish uchun noqat'iy mantiq tizimlaridan foydalanish metodologiyasi ishlab chiqilgan. Tadqiqot jarayoni quyidagi asosiy bosqichlardan iborat. Birinchi bosqichda omborxonalarda saqlash sharoitlari haqida ma'lumotlar yig'iladi. Bu ma'lumotlar sut mahsulotlarining harorati, namligi va havoning aylanmasi kabi mikroiklim parametrlarini o'z ichiga oladi. Harorat va namlikni o'lchash uchun sensorlar va avtomatlashtirilgan o'lchov tizimlari qo'llaniladi [8; 9]. Keyingi bosqichda yig'ilgan ma'lumotlardan foydalanib, harorat va namlik uchun noqat'iy a'zolik funktsiyalari yaratiladi. Har bir parametr uchun noqat'iy to'plamlar aniqlanadi, masalan, harorat juda sovuq, sovuq, o'rtacha, iliq va issiq; namlik esa juda quruq, quruq, qulay, nam va juda nam sifatida



belgilanishi mumkin. A'zolik funktsiyalarini yaratishda, har bir to'plam uchun mos matematik formulalar ishlab chiqiladi (Zadeh, 1965) [10]. Uchinchi bosqichda noqat'iy tizimlar yordamida mikroiklimni boshqarish uchun qoidalar ishlab chiqiladi. Masalan, agar harorat yuqori bo'lsa va namlik ham yuqori bo'lsa, havoning aylanishini oshirish kerak. Bu qoidalar tajribali mutaxassislar tomonidan belgilangan va noqat'iy qoidalar bazasiga kiritilgan [11]. Keyinchalik noqat'iy a'zolik funktsiyalari va qoidalar asosida noqat'iy inference tizimi (FIS) yaratiladi. Bu tizim, kiruvchi parametrlar (harorat va namlik) asosida chiqish parametrlarini (havoning aylanishi) hisoblash imkonini beradi. Sug'orish tizimi sifatida Takagi-Sugeno yoki Mamdani usuli qo'llanilishi mumkin [12]. Yaratilgan noqat'iy inference tizimi real sharoitlarda sinovdan o'tkaziladi. Sinov jarayonida omborxonaning mikroiklim sharoitlari monitoring qilinadi va noqat'iy tizim tomonidan berilgan tavsiyalar (masalan, haroratni pasaytirish yoki havoning aylanishini oshirish) amalga oshiriladi. Natijalar mahsulotlarning sifatini saqlash va saqlash muddatini uzaytirish bo'yicha tahlil qilinadi [13]. Eksperiment natijalari statistik tahlil orqali o'rganiladi. Noqat'iy tizimning samaradorligi va mahsulotlarning sifatini saqlashdagi ta'siri baholanadi. Natijalar grafiklar va jadvallar yordamida taqdim etiladi, bu esa noqat'iy tizimning mikroiklimni boshqarishdagi muvaffaqiyatini ko'rsatadi [14]. Tadqiqot

yakunida noqat'iy mantiq asosida mikroiklimni boshqarishning afzalliklari va kamchiliklari tahlil qilinadi. Kelajakda bu metodologiyani yanada rivojlantirish va takomillashtirish bo'yicha tavsiyalar beriladi [15]. Ushbu metodologiya noqat'iy mantiq tizimlari yordamida omborxonalaridagi mikroiklimni samarali boshqarish imkoniyatlarini ochib beradi.

Noqat'iy tizimlar, harorat va namlik kabi noaniq parametrlarni hisobga olgan holda, mahsulotlarning sifatini oshirishga yordam beradi. Noqat'iy mantiq tizimini ishlab chiqishda to'rtta kirish va bitta chiqishga ega tizim ishlab chiqilgan. Noqat'iy tizimlar - bu noaniq "agar-u holda" qoidalarini tuzish va chiziqli bo'lmagan funktsiyani bilimlar bazasiga aylantirish uchun tizimli jarayonni ta'minlash orqali yaratilgan bilimga asoslangan tizimlar [16]. Noqat'iy mantiq nazariyasi orqali ekspert bilimlari "agar-u holda" qoidalaridan foydalangan holda kompyuter tizimlariga aylantiriladi. Noqat'iy lashtirish jarayonida har bir kirish uchun ma'lum intervallar berilgan, ular 4 guruhga bo'lingan. Xuddi shu jarayon chiqishda amalga oshiriladi va butun tizim noaniqlanadi. Tizimning chiqishi sifatida noqat'iy kirishga ega bo'lgan tizimda ma'lum bir chiqish ham lingvistik, ham raqamli jihatdan olingan.



1-rasm. Noqat'iy mantiqiy boshqaruv tizimining blok diagrammasi.

Noqat'iy mantiqni boshqarish tizimi to'rtta blok yordamida ishlab chiqilgan. Birinchisi, aniq kirish qiymatini kirishga a'zolik darajasini belgilash orqali noqat'iy qiymatga aylantiradigan fazzifikatsiya bloki. Keyin, ikkinchi blok - bu if-then qoidalari bloki asosida fuzzifikatsiyalangan kirishlardan noaniq natijani chiqaradigan xulosa chiqarish mexanizmi. If-then qoidalari foydalanuvchi tomonidan ular orasidagi matematik munosabatni ko'rsatish uchun ishlab chiqilgan kirish va chiqishlarning barcha tegishli kombinatsiyalarini o'z ichiga olgan qoidalar bazasidir [17]. A'zolik funksiyalari asosida noqat'iylashtirilgan kirish va chiqishlar turli to'plamlarga taqsimlanadi. Tekshirish moslamasi xulosa mexanizmi yaratgan noqat'iy chiqishdan olingan aniq chiqishni ta'minlaydi. Xulosa qilish mexanizmining chiqishini noqat'iy dan aniqqa aylantirish defuzzifikatsiya jarayoni orqali amalga oshiriladi. 1-rasmda blok-sxema shaklida umumiy noqat'iy mantiqqa asoslangan boshqaruv tizimi ko'rsatilgan [18].

Mutaxassislar sut mahsulotlarini saqlashda optimal mikroiklim parametrlarini aniqlashda harorat va nisbiy namlikning muhim ahamiyatga ega ekanligini ta'kidlaydilar. Ilmiy tadqiqotlar natijasida, ushbu mahsulotlarning saqlanish sifati va ularning mikrobiologik

xususiyatlarini saqlab qolish uchun omborxonalaridagi harorat 273 K (0°C) dan 279 K (6°C) gacha bo'lishi kerakligi aniqlangan. Bunday harorat diapazoni mahsulotlarning mikrobiologik barqarorligini ta'minlab, ularning tekstura va ta'mini uzoq muddat saqlashga yordam beradi. Shuningdek, saqlash jarayonida nisbiy namlik ko'rsatkichi 75% dan 90% gacha bo'lishi talab qilinadi. Ushbu namlik diapazoni sut mahsulotlarining namligini saqlash, qotib qolishini oldini olish va mikrobiologik xavfsizligini ta'minlash uchun zarurdir. Shu bilan birga, yuqori namlik mahsulotning ichki tuzilishiga zarar yetkazmaslik uchun muhimdir. Optimal mikroiklim sharoitlarining aniq saqlanishi, sut mahsulotlarining sifatini, iste'mol qilish muddatini va oziqlanish qiymatini maksimal darajada saqlashga imkon beradi. Sut mahsulotlarini saqlashda mikroiklim parametrlarini **noqat'iy to'plamlarga** ajratish, har bir parametr uchun 5 toifadan iborat bo'lishi mumkin. Bu **noqat'iy to'plamlarga** yordamida harorat, nisbiy namlik, havo almashinuvi va havo tozaligini noaniq miqdoriy qatorlarda aniqlash imkonini beradi.

### 1. Harorat

**Noqat'iy to'plamlar** harorat uchun quyidagi bo'lishi mumkin (273 K = 0°C):



- Juda Sovuq: 270 K – 273 K (–3°C – 0°C)
- Sovuq: 273 K – 276 K (0°C – 3°C)
- O’rtacha: 276 K – 279 K (3°C – 6°C)
- Iliq: 279 K – 282 K (6°C – 9°C)
- Juda Iliq: 282 K – 285 K (9°C – 12°C)

- Nam: 80% – 90%
- Juda Nam: 90% – 100%

## 2. Nisbiy Namlik

Nisbiy namlikni noqat’iy to’plamlarga ajratsak, u quyidagicha bo’ladi:

- Juda Quruq: 50% – 60%
- Quruq: 60% – 70%
- O’rtacha: 70% – 80%

Sut mahsulotlarini saqlashda mikroiklim parametrlarini noqat’iy to’plamlarga ajratilgandan so’ng(1 va 3 jadvallar), har bir toifa uchun tegishlilik funksiyalarini ishlab chiqamiz. Bu funksiyalar bizga har bir qiymatning to’liq yoki qisman qaysi toifaga tegishli ekanligini aniqlash imkonini beradi.

1-jadval

| Noqat’iy to’plam       | Harorat diapazoni (Kelvin) |
|------------------------|----------------------------|
| Very cold (Juda sovuq) | [270, 270, 273]            |
| Cold (Sovuq)           | [270, 273, 276]            |
| Moderate (O’rta)       | [273, 276, 279]            |
| Warm (Issiq)           | [276, 279, 282]            |
| Very warm(Juda issiq)  | [279, 282, 285]            |

- **Very cold:** Bu harorat **273 K** ga yetgunga qadar tegishlilik asta-sekin o’sadi, undan keyin nolga tushadi.

2-jadval

|                        |  |
|------------------------|--|
| Very cold (Juda sovuq) | $\mu_{VeryCold}(T) = \begin{cases} 1 & \text{agar } T \leq 270 \\ \frac{273-T}{3} & \text{agar } 270 < T < 273 \\ 0 & \text{agar } T \geq 273 \end{cases}$   |
| Cold (Sovuq)           | $\mu_{Cold}(T) = \begin{cases} 0 & \text{agar } T \leq 270 \text{ yoki } T \geq 276 \\ \frac{T-270}{3} & \text{agar } 270 < T < 273 \\ \frac{276-T}{3} & \text{agar } 273 < T < 276 \end{cases}$     |
| Moderate (O’rta)       | $\mu_{Moderate}(T) = \begin{cases} 0 & \text{agar } T \leq 273 \text{ yoki } T \geq 279 \\ \frac{T-273}{3} & \text{agar } 273 < T < 276 \\ \frac{279-T}{3} & \text{agar } 276 < T < 279 \end{cases}$ |



|                       |  |
|-----------------------|--|
| Warm (Issiq)          | $\mu_{Warm}(T) = \begin{cases} 0 & \text{agar } T \leq 276 \text{ yoki } T \geq 282 \\ \frac{T-276}{3} & \text{agar } 276 < T < 279 \\ \frac{282-T}{3} & \text{agar } 279 < T < 282 \end{cases}$ |
| Very warm(Juda issiq) | $\mu_{VeryWarm}(T) = \begin{cases} 0 & \text{agar } T \leq 279 \\ \frac{T-279}{3} & \text{agar } 279 < T < 282 \\ 1 & \text{agar } T \geq 282 \end{cases}$                                       |

Nisbiy namlik uchun tegishlilik funksiyalari

3-jadval

| Noqat'iy to'plam      | Nisbiy namlik diapazoni (%) |
|-----------------------|-----------------------------|
| Very Dry (Juda quruq) | [50, 55, 60]                |
| Dry (Quruq)           | [50, 60, 70]                |
| Moderate (O'rta)      | [60, 70, 80]                |
| Humid (Nam)           | [70, 80, 90]                |
| Very Humid (Juda nam) | [80, 90, 100]               |

4-jadval

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Very Dry (Juda quruq) | $\mu_{VeryDry}(RH) = \begin{cases} 1 & \text{agar } RH \leq 50 \\ \frac{60-RH}{10} & \text{agar } 50 < RH < 60 \\ 0 & \text{agar } RH \geq 60 \end{cases}$  |
| Dry (Quruq)           | $\mu_{Dry}(RH) = \begin{cases} 0 & \text{agar } RH \leq 50 \text{ yoki } RH \geq 70 \\ \frac{RH-50}{10} & \text{agar } 50 < RH < 60 \\ \frac{70-RH}{10} & \text{agar } 60 < RH < 70 \end{cases}$      |
| Moderate (O'rta)      | $\mu_{Moderate}(RH) = \begin{cases} 0 & \text{agar } RH \leq 60 \text{ yoki } RH \geq 80 \\ \frac{RH-60}{10} & \text{agar } 60 < RH < 70 \\ \frac{80-RH}{10} & \text{agar } 70 < RH < 80 \end{cases}$ |
| Humid (Nam)           | $\mu_{Humid}(RH) = \begin{cases} 0 & \text{agar } RH \leq 70 \text{ yoki } RH \geq 90 \\ \frac{RH-70}{10} & \text{agar } 70 < RH < 80 \\ \frac{90-RH}{10} & \text{agar } 80 < RH < 90 \end{cases}$    |
| Very Humid (Juda nam) | $\mu_{VeryHumid}(RH) = \begin{cases} 0 & \text{agar } RH \leq 80 \\ \frac{RH-80}{10} & \text{agar } 80 < RH < 90 \\ 1 & \text{agar } RH \geq 90 \end{cases}$  |



Noqat'iy mantiq asosida uchun boshqarish algoritmi qoidalar bazasi bilan tavsiflanadi. Qoidalar bazasi texnologik jarayon bilan ishlash mobaynida texnolog tomonidan eksperimental ma'lumotlar va to'plangan tajriba asosida ishlab chiqiladi. Jarayonning borishini qo'lda boshqarishda texnologning vazifasi eng kam xarajat bilan maksimal natijaga (mahsuldorlik, mahsulot sifati) erishish uchun tashqi muhit holati va boshqa ta'sir etuvchi omillarni hisobga olib, o'zi ishlab chiqqan

strategik qoidalarga asoslangan holda texnologik xona uchun maqbul parametrlarni tanlashdir.

Mantiqiy ifodalar quyidagi ko'rinishdagi noravshan xulosalar asosida quriladi [19, 20, 21]:

AGAR ( $x = A$ ) u holda ( $y = B$ ),

bu yerda ( $x = A$ ) oldingi (shart) va ( $y = B$ ) natija (xulosa), A va B mos ravishda  $A(x)$  va  $\mu_B(y)$  tegishlilik funksiyalari bilan aniqlangan noravshan to'plamdir.

#### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Khan, M., & Khan, S. (2019). Noqat'iy mantiq in agriculture and food processing. *Agricultural Systems*, 171, 1-10.
2. Ranjbar, K., Mohammadi, M., & Zarei, A. (2020). Microclimate management in food storage. *Journal of Agricultural Engineering*, 51(2), 145-160.
3. Lee, J., Park, S., & Choi, Y. (2022). Optimization of storage conditions using noqat'iy mantiq. *International Journal of Food Science*, 57(5), 59-70.
4. Ahmad, R., Khan, A., & Ali, M. (2021). Noqat'iy mantiq applications in food storage systems. *Journal of Food Safety*, 45(3), 123-135.
5. Garcia, P., & Martinez, J. (2023). Future trends in noqat'iy mantiq for food safety management. *Food Control*, 145, 109-117.
6. Zadeh, L. A. (1965). Noqat'iy sets. *Information and Control*, 8(3), 338-353.
7. Shafiq, M., Ali, H., & Khan, R. (2021). Noqat'iy mantiq applications in dairy product storage. *Food Quality and Safety*, 5(1), 75-82.
8. Ahmad, R., Khan, A., & Ali, M. (2021). Noqat'iy logic applications in food storage systems. *Journal of Food Safety*, 45(3), 123-135.
9. Garcia, P., & Martinez, J. (2023). Future trends in noqat'iy logic for food safety management. *Food Control*, 145, 109-117.
10. Zadeh, L. A. (1965). Noqat'iy sets. *Information and Control*, 8(3), 338-353.
11. Khan, M., & Khan, S. (2019). Noqat'iy logic in agriculture and food processing. *Agricultural Systems*, 171, 1-10.
12. Lee, J., Park, S., & Choi, Y. (2022). Optimization of storage conditions using noqat'iy logic. *International Journal of Food Science*, 57(5), 59-70.
13. Ranjbar, K., Mohammadi, M., & Zarei, A. (2020). Microclimate management in food storage. *Journal of Agricultural Engineering*, 51(2), 145-160.
14. Shafiq, M., Ali, H., & Khan, R. (2021). Noqat'iy logic applications in dairy product storage. *Food Quality and Safety*, 5(1), 75-82.
15. Zadeh, L. A. (1973). Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 3(1), 28-44.
16. Sen, Z. (2001). Fuzzy logic and modeling principles. *Bilge Culture and Arts*, Istanbul.
17. Iqbal, K.; Khan, M.A.; Abbas, S.; Hasan, Z.; Fatima, A. Intelligent transportation system (ITS) for smart-cities using Mamdani fuzzy inference system. *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.* 2018, 9.
18. Singh, A. K., Tariq, T., Ahmer, M. F., Sharma, G., Bokoro, P. N., & Shongwe, T. (2022). Intelligent control of irrigation systems using fuzzy logic controller. *Energies*, 15(19), 7199. <https://doi.org/10.3390/en15197199>



19. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский; перевод с польского И. Д. Рудинский. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 452 с.
20. Пегат, А. Нечеткое моделирование и управление; перевод с англ. А. Г. Подвесовский, Ю. В. Тюменцев. – 2-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 798 с
21. Леденева, Т. М. О нечетких импликациях полученных обобщением булевой функции / Т. М. Леденева, А. В. Грибовский // Вестник ВГУ, серия физика, математика. – 2003. – № 2. – С. 189-196.

