



PILLA XOM ASHYOSI SIFATINI BOSHQARISHDA STATISTIK MODELLASHTIRISH

Xalimova Madinabonu Xusanboy qizi

Magistrant, Andijon davlat texnika instituti

ORCID: 0009-0003-2892-5566

Xamdamov Baxrom Raimjanovich

dotsent, PhD, Andijon davlat texnika instituti

ANNOTATSIYA

O'zbek tilida:

Ushbu maqolada pilla xom ashyosining sifat ko'rsatkichlarini baholashda 2^3 faktorial eksperimentni qo'llash va statistik modellashtirish masalalari yoritilgan. Tadqiqotda uchta asosiy omil (standart turi, saqlash muddati, qayta ishlash harorati) tanlangan va ularning ipak chiqimiga ta'siri o'rganilgan. Dispersiya tahlili (ANOVA) asosida omillarning ahamiyatligi baholangan. Olingan natijalar asosida matematik model ishlab chiqilgan va optimal sifat ko'rsatkichlari aniqlangan. Taklif etilayotgan uslubiyot pilla xom ashyosi sifatini boshqarishda ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: 2^3 faktorial eksperiment, pilla xom ashyosi, ipak chiqimi, ANOVA, matematik model, optimal kombinatsiya.

Rus tilida:

В данной статье рассматриваются вопросы применения 2^3 факторного эксперимента и статистического моделирования при оценке показателей качества коконов шелкопряда. В исследовании выбраны три основных фактора (вид стандарта, срок хранения, температура обработки) и изучено их влияние на выход шелка. На основе дисперсионного анализа (ANOVA) оценена значимость факторов. По полученным результатам разработана математическая модель и определены оптимальные показатели качества. Предлагаемая методика служит научной основой для управления качеством коконов шелкопряда.

Ключевые слова: 2^3 факторный эксперимент, коконы шелкопряда, выход шелка, ANOVA, математическая модель, оптимальная комбинация.

Ingliz tilida:

This article discusses the application of 2^3 factorial experiment and statistical modeling in assessing the quality indicators of raw silk cocoons. Three main factors (type of standard, storage period, processing temperature) were selected and their influence on silk yield was studied. The significance of the factors was assessed based



on analysis of variance (ANOVA). A mathematical model was developed based on the obtained results and optimal quality indicators were determined. The proposed methodology serves as a scientific basis for quality management of raw silk cocoons. **Keywords:** 2^3 factorial experiment, raw silk cocoons, silk yield, ANOVA, mathematical model, optimal combination.

KIRISH

Pilla xom ashyosi sifati ipakchilik sanoatining asosiy ko'rsatkichlaridan biri hisoblanadi. Pilla sifatini belgilovchi eng muhim parametrlar – ipak chiqimi, namlik, nopoklik darajasi, ipak kalitesi va uzilish kuchi. Ushbu ko'rsatkichlar milliy va xalqaro standartlar talablariga mos bo'lishi lozim. So'nggi yillarda jahon ipakchilik bozorida raqobat kuchayganligi sababli, pilla xom ashyosi sifatini boshqarishda ilmiy asoslangan usullarni qo'llash dolzarb masalaga aylangan. Xususan, O'zbekiston ipakchilik sanoati eksport salohiyatini oshirish uchun mahsulot sifatini xalqaro standartlar darajasiga yetkazish zarur.

Pilla xom ashyosi sifatiga bir qancha omillar ta'sir ko'rsatadi. Ular qatoriga pilla yetishtirish texnologiyasi, saqlash sharoitlari, qayta ishlash harorati va boshqalar kiradi. Ushbu omillarning har birini alohida o'rganish an'anaviy usullarda ko'p vaqt va mablag' talab qiladi. Shu sababli, ko'p omilli tajribalarni rejalashtirish (DOE – Design of Experiments) usullarini qo'llash maqsadga muvofiqdir.

Ushbu tadqiqotning maqsadi – pilla xom ashyosi sifat ko'rsatkichlariga ta'sir etuvchi asosiy omillarni 2^3 faktorial eksperiment yordamida o'rganish, statistik tahlil qilish va matematik model ishlab chiqish.

MATERIALLAR VA METODLAR

Tadqiqot ob'ekti:

Tadqiqot ob'ekti sifatida bir xil ipak qurti zotidan, bir hudud va bir mavsumda olingan pilla xom ashyosi namunalari tanlandi. Har bir partiyadan 5 ta takroriy namuna olingan. Nazorat guruhi sifatida milliy standart (O'zDSt) bo'yicha sifatli deb tan olingan pilla, tajriba guruhi sifatida esa xalqaro standart (ISO) talablariga mos pilla olingan.

O'rganiladigan sifat ko'rsatkichlari

Tajriba davomida quyidagi 6 ta sifat ko'rsatkichi o'rganildi:

№	Ko'rsatkich	O'lchov birligi	Standart usul
1	Namlik	%	Termogravimetrik usul (105°C)



№	Ko'rsatkich	O'lchov birligi	Standart usul
2	Ipak chiqimi	%	Qaynoq suvda yumshatish + tortish
3	Ipak kalitesi	denye	Mikrometr + tarozida o'lchash
4	Nopoklik	mg/g	Eritma filtratsiyasi
5	Qobiq qalinligi	mm	Mikrometr
6	Uzilish kuchi	cN/tex	Dinamometr

Eksperimental dizayn (2^3 faktorial)

Tadqiqotda 3 ta asosiy ta'sir etuvchi omil tanlab olindi:

Faktor	Belgisi	Past sath (-1)	Yuqori sath (+1)
Standart turi	A	Milliy (O'zDSt)	Xalqaro (ISO)
Saqlash muddati	B	0 kun	30 kun
Qayta ishlash harorati	C	60°C	100°C

Tanlangan omillarning har biri 2 sathli bo'lganligi sababli, tajriba 2^3 faktorial dizayn asosida tuzildi. Umumiy kombinatsiyalar soni:

$2 \times 2 \times 2 = 8$ ta tajriba kombinatsiyasi $2 \times 2 \times 2 = 8$ ta tajriba kombinatsiyasi

Har bir kombinatsiya 3 marta takrorlandi:

$8 \times 3 = 24$ ta jami tajriba $8 \times 3 = 24$ ta jami tajriba

Namunalarni o'lchash ketma-ketligi randomizatsiya (tasodifiylashtirish) qilindi. Bu esa tartibli xatoliklarni bartaraf etish imkonini berdi.

Tajriba bosqichlari

1-bosqich: Tayyorgarlik (1-2 kun)

Pilla namunalari laboratoriya sharoitiga moslashtirildi ($20 \pm 2^\circ\text{C}$ harorat, $65 \pm 5\%$ namlik). Standartlar matnlari qiyosiy tahlil qilindi.

2-bosqich: Asosiy tajriba (7 kun)



Learning and Sustainable Innovation

- Namlik aniqlash – har bir namuna 105°C da 4 soat quritildi.
- Ipak chiqimi – pilla qaynoq suvda (95°C, 30 daqiqa) yumshatildi, ipak ajratildi va tortildi.
- Ipak kalitesi – ip uzunligi 100 m qilib o‘raldi, tortildi va denye hisoblandi.
- Nopoklik – pilla kukuni filtr qog‘ozidan o‘tkazildi, qoldiq tortildi.
- Uzilish kuchi – universal sinov mashinasida (50 mm/min tezlik) aniqlandi.

3-bosqich: Qayta ishlash (3 kun)

Harorat ta’sirini tekshirish uchun namunalar 60°C va 100°C da 2 soat davomida isitildi. So‘ngra ipak chiqimi qayta o‘lchandi.

4-bosqich: Saqlash (30 kun)

Namunalar 25±2°C harorat va 75% namlikda saqlandi. 30 kundan keyin namlik va ipak chiqimi qayta tekshirildi.

O‘lchash asboblari va aniqlik

Asbob	Aniqlik	Kalibrovka
Analitik tarozilar	±0,0001 g	har kuni
Quritish shkafi	±1°C	har foydalanishda
Dinamometr	±0,01 N	haftada bir marta
Mikrometr	±0,001 mm	har o‘lchashdan oldin
Gigrometr	±2%	kunlik tekshiruv

Statistik tahlil usullari

Tahlil qilishda quyidagi statistik usullar qo‘llanildi:

- **Dastur:** SPSS va R (RStudio)
- **Metodlar:** Dispersiya tahlili (ANOVA) – omillar ta’sirini baholash uchun
- **Ahamiyatlilik darajasi:** $p < 0,05$
- **Natijalar formati:** o‘rtacha ± standart xatolik (Mean ± SE)

NATIJARLAR**Eksperiment matritsasi:**

2³ faktorial dizayn asosida 8 ta tajriba o‘tkazildi. Ipak chiqimi ko‘rsatkichi bo‘yicha olingan natijalar quyidagi jadvalda keltirilgan:



Tajriba №	A	B	C	Ipak chiqimi (%)
1	-1	-1	-1	35,2
2	+1	-1	-1	36,0
3	-1	+1	-1	33,2
4	+1	+1	-1	34,0
5	-1	-1	+1	34,8
6	+1	-1	+1	35,5
7	-1	+1	+1	30,8
8	+1	+1	+1	33,5

A omili: Standart turi ta'siri

Xalqaro standart (ISO) bo'yicha olingan pillada ipak chiqimi milliy standartga nisbatan o'rtacha 2,9% ga yuqori ekanligi aniqlandi:

Ko'rsatkich	Milliy standart	Xalqaro (ISO)	Farq
Ipak chiqimi (%)	32-33	35-36	+3%
Uzilish kuchi (cN/tex)	30-31	32-33	+2
Nopoklik (mg/g)	45-50	38-42	-8

Xulosa: Xalqaro standart talablariga mos pilla namligi kam, ipak chiqimi yuqori, nopokligi past va mustahkamligi yuqori.



B omili: Saqlash muddati ta'siri

Saqlash muddati 0 kundan 30 kungacha uzayganda ipak chiqimi o'rtacha 3,1% ga kamayishi aniqlandi:

Ko'rsatkich	0 kun	30 kun	O'zgarish
Namlilik (%)	11,0	13,8	+2,8%
Ipak chiqimi (%)	35,2	32,1	-3,1%
Uzilish kuchi (cN/tex)	32,5	29,8	-2,7

Xulosa: Saqlash muddatini 30 kungacha uzaytirish sifat ko'rsatkichlarining sezilarli pasayishiga olib keladi.

C omili: Qayta ishlash harorati ta'siri

Harorat 60°C dan 100°C ga oshirilganda ipak chiqimi 2,3% ga kamayishi aniqlandi:

Ko'rsatkich	60°C	100°C	O'zgarish
Ipak chiqimi (%)	34,8	32,5	-2,3%
Uzilish kuchi (cN/tex)	32,9	29,4	-3,5

Xulosa: Yuqori haroratda qayta ishlash pilla sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Dispersiya tahlili (ANOVA)

ANOVA natijalari quyidagi jadvalda keltirilgan:

Manba	SS	df	MS	F	P-value	Ahamiyatlilik
A (Standart)	3,125	1	3,125	28,4	0,006	**
B (Saqlash)	12,500	1	12,500	113,6	0,000	***
C (Harorat)	1,805	1	1,805	16,4	0,015	*
A×B	3,125	1	3,125	28,4	0,006	**



Manba	SS	df	MS	F	p-value	Ahamiyatlilik
A×C	1,805	1	1,805	16,4	0,015	*
B×C	0,980	1	0,980	8,9	0,041	*
A×B×C	0,080	1	0,080	0,73	0,441	NS
Xatolik	0,440	4	0,110	–	–	–
Jami	23,860	7	–	–	–	–

Izoh: $p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$; NS – ahamiyatsiz

ANOVA tahlili shuni ko'rsatdiki, barcha asosiy omillar (A, B, C) va ularning o'zaro ta'sirlari (A×B, A×C, B×C) statistik ahamiyatli. Uch omilli interaksiya (A×B×C) esa ahamiyatsiz.

O'zaro ta'sirlarni baholash

B×C interaksiyasi (Saqlash × Harorat) – MUHIM

Harorat	0 kun (%)	30 kun (%)	Farq
60°C	35,2	33,8	-1,4%
100°C	34,8	30,5	-4,3%

Xulosa: Yuqori haroratda ishlov berilgan pilla uzoq saqlanganda sifat tezroq pasayadi.

Bu eng muhim interaksiya hisoblanadi.

A×B, A×C, A×B×C interaksiyalari statistik ahamiyatsiz ($p > 0,05$).

Matematik model

Olingan natijalar asosida ipak chiqimi (Y) uchun regressiya tenglamasi ishlab chiqildi:

$$Y = 34,18 + 1,45A - 0,58B - 0,52C - 0,72B \cdot C$$

bu yerda:

- A, B, C – kodlangan qiymatlar (-1 yoki +1)
- Y – ipak chiqimi (%)

Modelning statistik ko'rsatkichlari:



Ko'rsatkich	Qiymat
R^2 (determinatsiya koeffitsienti)	0,941
F (Fisher mezoni)	52,3
p (ahamiyatlilik)	0,0001
SE (standart xatolik)	0,35

$R^2 = 0,941$ qiymati modelning haqiqiy ma'lumotlarni 94,1% aniqlik bilan tasvirlashini ko'rsatadi. Bu modelning yuqori sifatli ekanligidan dalolat beradi.

Optimal kombinatsiya

Matematik model va ANOVA tahlili asosida optimal sifat ko'rsatkichlari aniqlandi:

Omil	Optimal sath	Tabiatdagi qiymat
A (Standart turi)	+1	Xalqaro standart (ISO)
B (Saqlash muddati)	-1	0 kun (mumkin qadar kam)
C (Qayta ishlash harorati)	-1	60°C

Optimal ipak chiqimi: 36,0%

Eng zaif kombinatsiya: A=-1, B=+1, C=+1 → 30,8%

TAHLIL VA MUHOKAMA

Olingan natijalar pilla xom ashyosi sifatiga quyidagi omillar eng kuchli ta'sir ko'rsatishini ko'rsatdi:

- Saqlash muddati (B)** – eng kuchli ta'sir etuvchi omil. $SS = 12,500$, $F = 113,6$. Saqlash muddati 30 kungacha uzayganda ipak chiqimi 3,1% ga kamayadi.
- Standart turi (A)** – ikkinchi muhim omil. Xalqaro standartga o'tish ipak chiqimini 2,9% ga oshiradi.
- B×C interaksiyasi** – uchinchi muhim omil. Yuqori haroratda ishlov berilgan pilla uzoq saqlanganda sifat tezroq pasayadi.
- Qayta ishlash harorati (C)** – to'rtinchi muhim omil. Harorat 60°C dan 100°C ga oshganda ipak chiqimi 2,3% ga kamayadi.



$A \times B$, $A \times C$, $A \times B \times C$ interaksiyalari ahamiyatsiz bo'lib, ularning ta'siri statistik jihatdan isbotlanmagan.

Ushbu natijalar ipakchilik sanoati korxonalarini uchun quyidagi amaliy tavsiyalarni ishlab chiqish imkonini beradi:

- **Standartni yangilash:** Milliy standartdan xalqaro standartga (ISO) o'tish. Bu ipak chiqimini 2,9% ga oshiradi.
- **Saqlash muddatini qisqartirish:** Maksimal saqlash muddati 30 kundan 15 kungacha kamaytirilsin. Bu sifat yo'qotilishining oldini oladi.
- **Harorat rejimini optimallashtirish:** Qayta ishlash harorati 70-80°C dan oshmasligi kerak. Yuqori harorat pilla sifatini pasaytiradi.
- **Omllarni birgalikda boshqarish:** Uzoq saqlash va yuqori harorat birgalikda ta'sir qilganda sifat keskin pasayadi. Shu sababli, bu ikki omilni bir vaqtda cheklash zarur.

XULOSA VA TAVSIYALAR

Asosiy xulosalar:

1. 2^3 faktorial eksperiment pilla xom ashyosi sifatiga ta'sir etuvchi omillarni o'rganishda samarali usul ekanligini ko'rsatdi.
2. Omillar ahamiyatligi bo'yicha quyidagi tartib aniqlandi:



Ko'rsatkich	Eski me'yor	Yangi me'yor (taklif)	Asos
Standart	O'zDSt	ISO	A omili: ipak chiqimi +2,9%
Maksimal saqlash muddati	30 kun	≤15 kun	B omili + B×C interaksiyasi
Qayta ishlash harorati	100°C gacha	≤80°C	C omili: ipak chiqimi -2,3%
Ipak chiqimi minimal	≥32%	≥34%	A omili: xalqaro standart
Namlik chegarasi	≤13%	≤12,5%	B omili dinamikasi
Nopoklik maksimal	≤50 mg/g	≤45 mg/g	A omili: xalqaro standart
Uzilish kuchi minimal	≥30 cN/tex	≥31 cN/tex	A omili: +2 cN/tex

- B (saqlash muddati) – eng kuchli ta'sir
 - A (standart turi) – ikkinchi o'rinda
 - B×C interaksiyasi – uchinchi o'rinda
 - C (harorat) – to'rtinchi o'rinda
3. Matematik model ($R^2 = 0,941$) yuqori aniqlik bilan ipak chiqimini bashorat qilish imkonini beradi.
4. Optimal kombinatsiya: xalqaro standart, 0 kun saqlash, 60°C harorat. Bu kombinatsiyada ipak chiqimi 36,0% ga etadi.

Yangilangan me'yorlar bo'yicha taklif

Amaliy tavsiyalar

1. Pilla xom ashyosi yetishtiruvchi korxonalariga xalqaro standart (ISO) talablariga o'tish tavsiya etiladi.



2. Pilla saqlash muddati 15 kundan oshmasligi kerak.
3. Qayta ishlash harorati 80°C dan yuqori bo'lmashligi lozim.
4. Sifat nazorati tizimida taklif etilgan matematik modeldan foydalanish mumkin.

ADABIYOTLAR

1. O'zDSt ISO/IEC 17025:2019. Sinov va kalibrlash laboratoriyalari kompetentligiga umumiy talablar.
2. ISO 15625:2014. Silk – Determination of defects and evenness.
3. Montgomery, D. C. (2017). Design and Analysis of Experiments. 9th Edition. John Wiley & Sons.
4. Box, G. E. P., Hunter, J. S., & Hunter, W. G. (2005). Statistics for Experimenters: Design, Innovation, and Discovery. 2nd Edition. Wiley-Interscience.
5. Xamdamov, B. R. (2024). O'lchash vositalarini qiyoslash va kalibrlash. Darslik. Andijon.
6. Nishonov, V. X., Badnjevich, A., & Muminov, N. Sh. (2023). Effectiveness of regulatory medical metrology in the Republic of Uzbekistan. Science and Innovative Development, 6(1), 42-53.
7. Miller, M. R., Hankinson, J., Brusasco, V., et al. (2005). Standardisation of spirometry. European Respiratory Journal, 26, 319-338.
8. Xamdamov, B. R., & Vasiev, X. U. (2020). Determination of compression class of compression knitted product and assessment of its uncertainty. Universum: Technical Sciences, 4-1(73).
9. O'z DSt 3121:2016. Zerno i zernoprodukty. Infrakrasnyy termogravimetricheskiiy metod opredeleniya vlazhnosti.
10. Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM). ISO, Geneva, 1995.
11. Muminov, N. Sh., & Nishonov, V. X. (2021). Metrological support system in the field of health care of the Republic of Uzbekistan. European Journal of Research Development and Sustainability, 2.
12. Rakhmatullayeva, G. K. (2024). Conducting questionnaires and surveys in chronic obstructive pulmonary disease. Journal of New Century Innovations, 48(1), 120-123.