

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

KİÇİK TƏSƏRRÜFATLAR ÜÇÜN QAPALI TİPLİ SÜD SOYUDAN QURĞUNUN TƏKMİLLƏŞDİRİLMƏSİ VƏ İŞLƏNMƏSİ

İxtisas: **3102.01 – Aqromühəndislik**

Elm sahəsi: **Texnika elmləri**

İddiaçı: **Zöhrab Valeh oğlu Babayev**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

GƏNCƏ – 2022

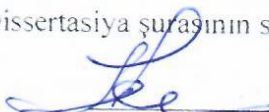
Dissertasiya işi Aqromexanika Elmi-Tədqiqat İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: texnika elmləri doktoru, professor
Qabil Balakışi oğlu Məmmədov

Rəsmi opponətlər: – texnika elmləri doktoru, dosent
Şahlar Mahmud oğlu Babayev
- texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Rövşən Mustafa oğlu Hacıyev
- texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Samir Həsən oğlu Mahmudov

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Dövlət Aqrar Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən FD 2.26 Dissertasiya Şurası

Dissertasiya şurasının sədri: texnika elmləri doktoru, dosent

 **Tariyel Məmməd oğlu Pənahov**

Dissertasiya şurasının elmi katibi: texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

 **Vüqar Tofiq oğlu Ağayev**

Elmi səlmənin sədri: texnika elmləri doktoru, professor

 **Camaləddin Ələkbər oğlu Məmmədov**



GİRİŞ

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Dünyada və ölkəmizdə qəbul olunmuş Ərzaq Təhlükəsizliyi haqqında dövlət proqramının əsas müddəalarından biri əhalinin ekoloji cəhətdən təmiz və etibarlı surətdə davamlı olaraq ərzaq məhsulları ilə təmin etməkdir. İnsanların gündəlik qida məhsullarına olan tələbatında süd və süd məhsulları xüsusi yer tutur.

Düzgün qidalanmanın təşkilində süd və süd məhsullarının rolu birinci dərəcəlidir. İnsan həyatının ilk günündən ana südü ilə qidalanır. Qədim Misir, Yunanıstan və Roma həkimləri süd və süd məhsullarını müalicəvi məqsədlər üçün məsləhət görürdülər. Süd istehsalı qədim zamanlardan məlumdur. Süd və süd məhsulları insan üçün lazım olan ən vacib qida məhsullarından biridir. Son illərdə respublikamızda süd və süd məhsullarının istehsalı durmadan artır və çeşidi genişlənir.

Hal-hazırda südün soyudulması üçün istehsal olunan süd soyuducu qurğuların çoxu böyük istehsal gücünə malik iri heyvandarlıq fermalarında istifadə olunmaq üçün nəzərdə tutulmaqla, yüksək məhsuldarlığa və enerji tutumuna malik olmaqla resursqoruyuculuq baxımından tələbatı tam ödəmirlər. Odur ki, orta və kiçik sahibkarlığın inkişaf etdirilməsi üçün ailə təsərrüfatlarında istifadəsi mümkün olan az istismar xərclərinə malik, yüksək keyfiyyəti və resursqoruyuculuğu təmin edən südün soyudulması texnologiyası və qurğusunun təkmil-ləşdirilməsini aktual edir.

Bu məqsədlə qarşıya qoyulan məsələ kiçik qabaritli təsərrüfatların tələbatını ödəyən müasir tələblərə cavab verən süd soyuducusu təkmilləşdirilməklə onun nəzəri və eksperimental tədqiqatı aparılmalıdır.

Bunları nəzərə alaraq biz tərəfdən məhsuldarlığı 1000 l/saat yuxarı olmayan süd soyuducu hazırlanmışdır. Həmin soyuducu kompressorlu olmaqla xüsusi məhlulla (duzlu məhlul) soyudulur. Belə ki kompressorlu soyuducu freon qazı ilə işlədiyindən çox soyuqluq -15° yaranır. Südün soyuması üçün $(-5^{\circ} \dots -8^{\circ})$ kifayətdir. Bu məqsədlə freonun soyuqluğu duzlu məhlulu soyudaraq süd bölməsinə verilir və bu da südün tələbatı uyğun soyudulmasını təmin edir. Bu

tələbatları yerinə yetirən kiçik qabaritli soyuducu hazırlanmış və onun tədqiqatı aparılmışdır.

Tədqiqatın məqsədi və vəzifələri. Sütün ilkin soyudulmasında səmərəliliyin artırılması üçün istifadə olunan avadanlıqların parametrlərinin optimallaşdırılması. Soyutma texnoloji prosesində enerji sərfinin azaldılması baxımından duzlu qarışıqın tətbiq edilməsi.

Tədqiqat metodları. Nəzəri tədqiqatlar kənd təsərrüfatı mexanikası, termodinamika, nəzəri mexanika və riyazi üsullardan istifadə edilməklə aparılmışdır. Təcrübi – sınaq tədqiqatları DÜST və xüsusi me-todikalara uyğun olaraq laboratoriya və istehsalat şəraitində aparılmışdır. Təcrübi-sınaq tədqiqatlarının nəticələri statistik üsullarla təhlil edilmiş və işlənmişdir.

Tədqiqatın elmi yeniliyi. 1) Termodinamiki, termofiziki və texniki-iqtisadi optimallaşdırma metodları əsasında sütün ilkin soyudulması üçün eksperimental qurğu hazırlanmışdır.

2) Yeni texnologiyaya əsaslanan soyutma prosesinin optimal parametrlərini təyin etmək üçün kompleks tədqiqatların nəticələrinin riyazi işlənməsi aparılmışdır.

3) Təklif olunan yeni texnologiyaya əsaslanan süd soyutma eksperimental qurğusunun istehsalat sınağı nəticəsində texniki – iqtisadi səmərəliliyi qiymətləndirilmişdir.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti. Nəzəri təhlil və təcrübi tədqiqatlar nəticəsində əldə edilmiş duzlu məhlulla əks axınlı soyutma sisteminə əsaslanan süd soyuducu qurğunun kəndli fermer təsərrüfatlarında istifadəsi aşağıdakılara imkan verir.

-Soyutma prosesində resursqoruyucu və enerji qənaətçiliyi təmin olunur.

-Tələbata uyğun olaraq ilin bütün fəsilərində soyudulmuş sütün (+4⁰C) temperaturda olması mümkündür.

-Baza variantı ilə müqayisədə soyuducu qurğunun məhsuldarlığını 25% yüksəltmək.

İşin aprobeasiyası və tətbiqi. Dissertasiya mövzusuna dair əsas tədqiqat nəticələri aşağıdakı konfranslarda müzakirə edilmiş və elmi nəşrlərdə çap edilmişdir:

Qloballaşma şəraitində əsrin aktual problemləri və inkişaf perspektivləri. Beynəlxalq Elmi – Praktiki Konfrans, 22-24 sentyabr 2014, Gəncə- Azərbaycan Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti.

Aqrar elmin inkişafı, ərzaq təhlükəsizliyi və ətraf mühitin mühafizəsində beynəlxalq əməkdaşlıq, 8-ci Beynəlxalq Elmi- Praktiki konfransın materialları, 03-04 oktyabr 2016, Gəncə -Azərbaycan. Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti, Azərbaycan Xalq Cümhuriyyətinin 100 illik yubileyinə həsr olunmuş “Kənd təsərrüfatı istehsalatında elmi-texniki tərəqqinin aktual problemləri” mövzusu üzrə keçirilmiş elmi- praktiki konfransın materialları (16-17 oktyabr 2018-ci il)Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti.

Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 96 ildönümünə həsr olunmuş ADAU əməkdaşlarının 2018-ci ilin Elmi-Tədqiqat işlərinin yekunlarına dair Elmi- Praktiki konfrans, Gəncə 07 may 2019-cu il. Инновации в научно-техническом обеспечении агро-промышленного комплекса России (материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, г. Курск, 5-6 февраля 2020г., ч.3)

İşin nəşr olunması. Dissertasiyanın materialları üzrə 12 məqalə, onlardan 2-i Rusiya Federasiyasında, 1-i Gürcüstanda, 9-u Ali Attestasiya Komissiyasının tövsiyə etdiyi məcmuələrdə nəşr olunmuşdur.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar. Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar aşağıdakılardan ibarətdir:

➤ Duzlu məhlul və əks axınlı soyutma sistemində əsaslanan süd soyuducunun konstruktiv-texnoloji sxemi və konstruksiyası

➤ Soyuducuda- soyudulan südün miqdarından asılı olaraq enerji sərfi, soyudulmaya sərf olunan məhlul sərfi və işçi hissələrin istilik keçirmə qabiliyyətinin təyini üçün dəqiqləşdirilmiş düsturlar.

➤ Südün və suyun temperaturunun, məhlulun soyutma temperatura təsirinin süd soyuducunun konstruktiv və rejim parametrlərindən eksperimental asılılıqları.

➤ Az enerji sərfiyyatı ilə düzlu məhlul və əks axınlı soyutma sisteminə əsaslanan soyuducu qurğunun optimal konstruktiv və rejim parametrləri.

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı. Dissertasiya işi Aqromexanika Elmi-Tədqiqat İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Dissertasiyanın struktur bölmələrinin ayrılıqda həcmi qeyd olunmaqla dissertasiyanın işarə ilə ümumi həcmi. Dissertasiya işi girişdən, dörd fəsildən, nəticələrdən, 140 sayda istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısından və əlavələrdən ibarətdir. Burada 32 şəkil, 17 cədvəl və 10 əlavə vardır. Dissertasiyanın məzmununda giriş 4 səhifə olub 7899 işarədən, birinci fəsil 36 səhifə olub 70933 işarədən, ikinci fəsil 34 səhifə olub 50750 işarədən, üçüncü fəsil 17 səhifə olub 24676 işarədən, dördüncü fəsil 12 səhifə olub 13613 işarədən, nəticələr 2 səhifə olub 2161 işarədən, istehsalata tövsiyələr 1 səhifə olub 1143 işarədən və istifadə edilmiş 140 sayda ədəbiyyat siyahısı 12 səhifə olub 22985 işarədən ibarətdir. Dissertasiyanın həcmi 136 səhifə kömpüter yazısından ibarət olmaqla, ümumi həcmi 197346 işarəni (istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısı və əlavələr istisna edilməklə 174361 işarə) təşkil edir.

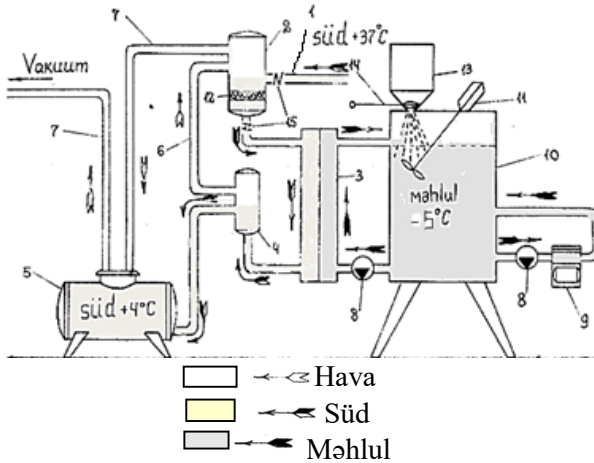
İŞİN MƏZMUNU

Girişdə mövzunun aktuallığı, işlənmə dərəcəsi və dissertasiyanın ümumi səciyyəsi verilmişdir.

Birinci fəsil Problemin qoyuluşu, tədqiqatın məqsəd və vəzifələri olub burada südün fiziki-mexaniki, keyfiyyət göstəriciləri verilmişdir, burada əsas yerləri süd sağıldığdan sonra onun ilkin emalına, o cümlədən soyutma sisteminə geniş izahat verilmişdir. Burada südün soyudulmasında adi və məcburi proseslərin mahiyyəti aşkarlanmaqla texnoloji proseslərin sxemaları öz əksini tapmışdır. İndiyə qədər aparılan tədqiqatların mahiyyəti, onların üstün və çatışmazlıqları göstərilmişdir. Aparılan işlərin analizi nəticəsində müəllif tərəfindən kiçik qabaritli məcburi soyutma sisteminə malik olan məhlulla soyutmanı təmin edən yeni texnoloji sxema tərtib olunaraq onun əsasında qurğu hazırlanmış və nəzəri, eksperimental tədqiqatlar

aparılmışdır. Həmin tədqiqatların nəticələri II və IV fəsillərdə öz əksini tapmışdır.

Təklif olunan qurğunun şəkil 1-də ümumi texnoloji sxeması verilmişdir.



Şəkil 1. Eksperimental süd soyuducu qurğu: 1- süd qəbulu borusu; 2 genişləndirici; 3 – istilikdəyişdirici; 4 – axının nizamlayıcısı; 5- süd çəni; 6 – vakuum borusu; 7 – vakuum magistralı borusu; 8 – məhlul ötürən nasos; 9 – soyuducu; 10 – məhlul çəni; 11- qarışdırıcı pər; 12 – filtr (təmizləyici); 13 – duz çəni; 14 – duzun verimini nizamlayan dəstək; 15 – südün verimini nizamlayan açar

Bu məqsədlə şəkildə göründüyü kimi biz suya duz qatmaqla məhlul hazırlanması üçün çən hazırlamışıq. Bu çəndə maye qarışdırılaraq məhlul hazırlanır. Hazırlanan məhlul soyuducu freon vasitəsi ilə soyudulur Onu da qeyd etmək istəyirəm ki, məhlul (-5°C) – yə qədər soyudulur. Soyudulmuş məhlul çənlə lövhə arasında dövr edir, yəni lövhədən keçən isidilmiş məhlul təkrar çənə tökülür, soyudulur yenidən lövhədən soyuq halda keçir. Eyni lövhədən məhlul ilə süd əks axınla bir-birinə qarışmadan hərəkət edir. Süd və süd məhsullarının soyudulması prosesi də həmin lövhədə yaranır. Süd və süd məhsullarının soyutma sisteminə ($+37^{\circ}\text{C}$) temperaturda

daxil olan məhsul lövhəyə doğru hərəkət edir. Məhsul hərəkət edən zaman lövhəyə qədər ilin fəsillərindən asılı olaraq südün temperaturu bir qədər aşağı düşür.

Son anda süd lövhəyə daxil olur, məhlula qarışmadan aşağıya doğru hərəkət edir, belə olan halda həm südün aşağı istiqamətə hərəkət etməsi, həm də sözü gedən lövhədə soyutma prosesinin getməsi sonda lövhənin aşağı hissəsindən südün çıxması və çənə doğru hərəkəti baş verir. Süd çəninə daxil olan südün temperaturu (+4 °C) olur. İzolə edilmiş süd çəninə südü (+4 °C) temperaturda 48 saat və daha artıq saxlamaqla südün keyfiyyətinin təmin edilməsində hədəfə qismən nail ola bilərik. Respublikamızda fəaliyyət göstərən kiçik fermer təsərrüfatlarında (ailə təsərrüfatlarında) süd və süd məhsullarını bu göstərdiyimiz qurğudan istifadə etməklə, südün ilkin emalını təmin etməklə, həm təsərrüfatın rentabelliyini təmin etmək, həm də məhsuldarlığı artırmaqla, kiçik təsərrüfatların qarşılaşdıqları problemi qismən həll etmiş olarıq. Bununla da biz ölkəmizdə istehsal edilən süd və süd məhsullarının keyfiyyətini təmin etməklə, məhsuldarlığın artmasına və böyük hədəflərə çatma bilərik.

Eyni zamanda qarışdırıcı aqreqlərin dozalaşdırıcı qurğularının təhlili mövcud qurğuların üstünlükləri ilə yanaşı, çatışmayan cəhətlərini də aşkar etməyə imkan vermişdir. Ən münasib olanı, sadə kons-truksiyaya və yüksək məhsuldarlığa malik olan, boşqabvari tipli həcmli çoxkomponentli dozalaşdırıcının istifadəsidir. Dozalaşdırıcının işinin keyfiyyət göstəricilərinin yüksəldilməsi üçün isə onun konstruksiyası təkmilləşdirilməlidir.

İkinci fəsil Duzlu məhlul və əks axınlı soyutma sisteminin tətbiqi ilə südün soyudulma prosesinin nəzəri tədqiqidir. Burada təklif olunan (şəkil 1) texnologiya əsasında, süd soyuducuları və onların hesabata; əks axınlı soyuducunun, məhlul bölməsinin hesabata, soyutma sahəsinin təyini, soyutmada maye sərfinin təyini, xüsusi istilik tutumunun təyini, soyuducuda hidravlik müqavimətin təyini, əks istiqamətdə soyutmanın hesabata, südün soyutma temperaturasının müxtəlif parametrlərdən asılılığı və s. aparılmışdır.

Süd soyuducularının hesabatına və onların seçilməsində əsas göstərici məhsuldarlıq və istilik rejimidir. Süddən və ya soyudulan məhluldan alınan istiliyin miqdarı aşağıdakı ifadə ilə təyin olunur:

$$Q = M \cdot C (T_b - T_{son}) \quad (1)$$

burada M – məhsuldarlıqdır, kq/s;

C – məhsulun xüsusi istilik tutumu əmsalındır, Cooul/kq.K;

T_b, T_{son} - başlanğıc və son temperatur.

Südün soyudulmasında istifadə olunan soyuducu məhlulun temperaturası südün başlanğıc temperaturasından bir neçə dəfə aşağı olmalıdır. İstilik qəbul edənin kütləsinin, istilik verənin kütləsinə olan nisbətində sərfiyyat əmsalı deyilir. Soyuducunun su seksiyasında bu əmsal 2,5...3, məhlul seksiyasında 1,5...2,5 qiymətləri arasında qəbul olunur. Soyuducunun hesabatı istər bir seksiyalıda və ya iki seksiyalıda eyni istiqamətdə aparılır. Onda su seksiyasında lazım olan soyuqluğun (alınan istiliyin) miqdarı:

$$Q_{su} = M \cdot C (T_b - T_{son}) = n_{su} M \cdot C_{su} (T_{son su} - T_{baş su}) \quad (2)$$

Məhlul bölməsi üçün

$$Q_{məh} = M \cdot C (T_0 - T_{son}) = n_p \cdot C_p M (T_{son p} - T_{baş p}) \quad (3)$$

burada $Q = Q_{su} + Q_{məh}$ – suyun və məhlulun aldığı istiliyin miqdarı, Vt;

$\tau = T_{baş su} - \Delta T$ - su bölməsinin sonunda südün temperaturası çox hallarda $T = 3...5K$ qəbul olunur.

$T_{baş su}, T_{son su}, T_{baş məh}$ - uyğun olaraq suyun və məhlulun başlanğıc və son temperaturalarıdır, K.

Soyutma prosesinin fasiləsiz işləməsi zamanı paralel kanalların sayı

$$m = \frac{M}{10^3 V \cdot b \cdot n} \quad (4)$$

ifadə ilə təyin olunur.

Burada V - soyuducunun kanalında hərəkət edən suyun sürəti;

b – kanalın eni, m;

n – soyuducunun lövhələri arasında olan aralıq boşluğu, m.

Soyuducunun su və məhlul bölməsinin sahəsi Nyuton-Furye düsturuna görə aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$S_{su} = \frac{Q_{su}}{k \cdot \Delta T_{op}} ; \quad S_{mah} = \frac{Q_{mah}}{k \cdot \Delta T_{op}} \quad (5)$$

Orta laqorifmik temperatura Qerskofun təklif etdiyi ifadəyə görə

$$\Delta T_{op} = \frac{\Delta T_{max} - \Delta T_{min}}{2,3lg_{\frac{max}{min}}} \quad (6)$$

burada T_{max} – soyuducunun sonunda südün soyudan məhlul arasında olan temperatur fərqidir;

T_{min} – girişdə südün məhlul arasındakı temperatur fərqidir.

Dairəvi en kəsiyə malik olan süd soyuducusunun soyutma sahəsi konstruktiv ölçülərinə görə

$$F = (\pi d - 2i)B \cdot Z \quad (7)$$

Ellipsvari en kəsiyə malik olan isə $F = 2SBZ$ ifadələri ilə təyin olunur.

burada F - soyuducunun sahəsidir, m²;

d - borunun diametridir, m;

i - borunun birləşən yerinin enidir, m;

B – soyuducunun uzunluğudur, m;

Z - boruların sayıdır;

S – ellipsvari əyrisinin uzunluğudur, m.

Soyuducuda südün normal soyudulmasını təmin etmək məqsədi ilə məhlul bölməsinin hesabı verilmişdir.

Düz çəninin parametrləri soyuducu qurğuda konstruksiya edilmiş məhlul çəninə uyğun konstruksiya edilməlidir. Bunun üçün biz ilkin olaraq 110 litr həcmində su çəni hazırlamışıq. Şəkil 2-dən gördüyü kimi su çəninin üst hissəsində düz çəni konstruksiya edilmişdir. Konstruksiyada məqsəd yuxarıda da qeyd olunduğu kimi düz çənindən düzun su çəninə tökülməsini təmin etməkdir. Beləliklə, düz su çəninə tökülə-tökülə qarışdırıcı pər vasitəsilə qarışdırılır və nəticədə məhlul alınır. Şəkil-2 gördüyü kimi biz həmin çəni məhlul çəni adlandırmışıq. Bunları nəzərə alaraq aşağıdakı nəticələri alırıq.

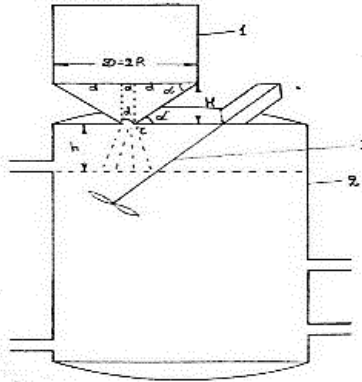
Bunkerə tökülən düzun kütləsi;

$$G = V\rho\varphi \quad (8)$$

burada: V - bunkerin həcmi, m³;

ρ – düzun sıxlığı, 3 kq/dm³;

φ – həcmdən istifadə əmsalı.



Şəkil 2. Soyuducunun məhlul seksiyanının sxeması: 1 – duz üçün bunker; 2- məhlul çəni ; 3- qarışdırıcı pər.

Bunkerin həcmi hesablamak üçün aşağıdakı düsturdan istifadə edirik:

$$V = \frac{1}{3} \pi H (R^2 + Rr + r^2) \quad (9)$$

burada : H - konusvari hissənin hündürlüyü, m;
R – bunkerin üst oturacağının radiusu, m;
r – aşağı oturacağın radiusu, m.

$$\frac{H}{R-r} = \operatorname{tg} \alpha ;$$

Burada α – təbii maillik bucağı 45° olmaqla bunkerin hündürlüyünü hesabladıqda bu bucaq duzun bunker daxilinə tökülməsinə şərait yaradır.

Düzbucaqlı üçbucağa görə

$$H = \frac{D-d}{2} \operatorname{tg} \alpha = \frac{2(R-r)}{2} \operatorname{tg} \alpha = (R-r) \operatorname{tg} \alpha \quad (10)$$

Bu qiymətləri yerinə yazdıqda

$$V = \frac{1}{3} \pi (R-r) \operatorname{tg} \alpha (R^2 + r^2 + Rr) \quad (11)$$

alınar.

Qiymətləri yerinə yazdıqda bunkerin məhsuldarlığı aşağıdakı ifadə ilə təyin olunur:

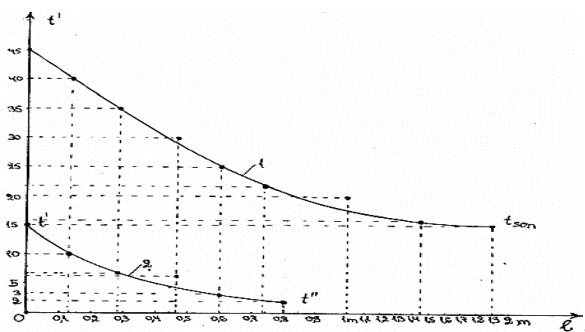
$$Q = \frac{V\rho\varphi}{t} = \frac{\mu \frac{\pi r^2}{4} \cdot \frac{1}{3} \pi (R-r) t g \alpha (R^2 + Rr + r^2) \rho \varphi}{\frac{v}{h}}, \quad (13)$$

Südün su və məhlulla soyudulmasında soyutma temperaturasının soyutma məsafəsindən asılılıq qiymətləri cədvəl 1-də verilmişdir.

Həmin cədvəlin qiymətləri əsasında qrafik tərtib edirik (şəkil 3). Südün axımı üzrə gedilən məsafədən asılı olaraq südün temperaturasının dəyişmə ayrılarını soyuq su ilə və məhlulla soyudulması üzrə aparırıq. Su ilə soyutmada südün temperatura-sını 50 °C –dən çox, məhlulla soyutmada 16°C qəbul edirik

Cədvəl 1. Südün su və məhlulla soyudulmasında soyutma temperaturasının soyutma məsafəsindən asılılıq qiymətləri

Su ilə soyutma				Duzlu məhlulla soyutma	
Südün qət etdiyi yol l, m	Südün temperaturu, °C	Südün qət etdiyi yol l, m	Südün temperaturu, °C	Südün qət etdiyi yol l, m	Südün temperaturu, °C
0,00	52,44	-	-	-	-
0,15	42,06	1,20	18,01	0	15,11
0,30	34,71	1,35	17,09	0,15	10,91
0,45	29,67	1,50	16,41	0,30	7,30
0,60	25,26	1,65	15,97	0,45	4.80
0,75	22,46	1,8.0	15,60	0,60	3,14
0,90	20,56	1,95	15,27	0,75	2,08
1,05	19,08	2,10	15,11	-	-



Şəkil 3. Südün su (1) və məhlulla (2) soyudulması zamanı məsafədən asılı olaraq asılılıq ayrıları

Üçüncü fəsil Eksperimentin proqram və metodikası adlanıb, burada tədqiqatın proqramı, tədqiqatın metodikası verilmişdir.

Tədqiqatın plan və metodikasına həsr olunmuşdur. Burada dissertasiya mövzusunə uyğun plan verilmiş və onların əsasında tədqiqatın metodikası, işlərin ardıcıl yerinə yetirilməsi göstərilmişdir. Həmin fəsildə əvvəldən nəzərdə tutulmuş texnologiya əsasında işi yerinə yetirən qurğunun quruluşu və iş prinsipi öz əksini tapmışdır. Tədqiqat zamanı parametrlərin təyini üçün istifadə olunan yeni cihazların istifadəsi, südün fiziki, mexaniki və kimyəvi xassələrinin təyini üsulları verilmişdir. Bundan əlavə eksperimentin əsas parametrlərinin tədqiqatının müəyyənləşdirilməsi üçün, reqresiya tənliyi tərtib olunmuşdur. İlk dəfə həmin reqresiya tənliyinin qrafo-analitik üsulundan istifadə olunmuşdur. Bu üsul ilk dəfə olaraq kənd təsərrüfatı texnikası kafedrasının professoru texnika elmləri doktoru Xəlid Qurbanov tərəfindən işlənmiş və tədqiqat işlərində tətbiq olunmuşdur. Onun məzmunu aşağıdakı kimi öz əksini tapmışdır. Əvvəla reqresiya tənliyi tələb olunan soyuqluğun miqdarı

$$Q_{um} = MC_m(t_{süd}^I - t_{son}^II) + nMC(t_{mäh}^{son} - t_{mäh}^{av}) + KF\Delta t \quad (14)$$

burada $t_{süd}^I$ - südün əvvəlki temperaturası;

n – məhlulun südə nəzərən sərfiyyat əmsalı;

$t_{mäh}$ - məhlulun temperaturası;

F – soyuducunun soyutma sahəsi;

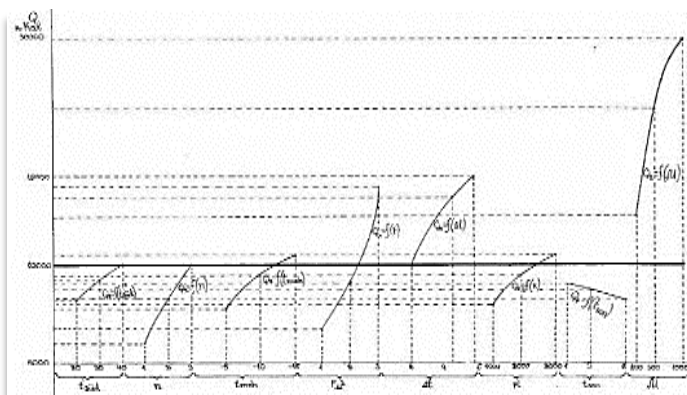
Δt – temperatur fərqi;

K – istilik keçirmə əmsalı;

t_{son} – südün son temperaturası;

M – soyuducunun məhsuldarlığı.

Həmin tənlikdə göstərilən parametrlər şəkil 4-də yerləşdirilmişdir. Cədvəlin qiymətlərinə əsasən müxtəlif göstəriciləri əsas tutaraq soyuqluğun dəyişməsinin asılılıq grafikinə, yəni $Q = f(M, t_{süd}^I, n, t_{mäh}^{av}, F, K, \Delta t)$ qururuq. Bu məqsədlə ordinant oxunda soyuqluğun qiyməti, absis oxunda arqumentin qiymətləri göstərilməklə üç qiymət əsasında ayrılər tərtib olunur. Həmin qrafik aşağıdakı şəkil 4-də verilmişdi



Şəkil 4. Sütün soyudulması üçün tələb olunan soyuqluğun miqdarının parametrlərdən asılılıq qrafikləri

Bu asılılıqların ən aşağı qiymətlərindən absis oxuna paralel düz xətt çəkilir, həmin xətdən yuxarıda qalan parametr xətləri təsir edici olduğundan eksperiment onların əsasında aparılır. Həmin parametrlər M , Δt , n , F , K - dan ibarətdir. Bu göstəricilər, yəni qrafikdə olan qiymətlər cədvəldə göstərilən qiymətlərlə eynidir. Bu üsul qrafo-analitik üsul adlandırılabilir.

Eksperimentin nəticələri ümumi metodikaya uyğun riyazi statistika üsulu ilə təyin olunmuşdur.

Dördüncü fəsil Eksperimental tədqiqatların nəticələri adlanıb. Burada təcrübə tədqiqatların nəticələri qəbul olunmuş metodikalar əsasında müəyyən olunmuşdur.

Süd soyuducusunun eksperimentinə həsr olunmuşdur. Burada su və südün temperaturunun dəyişməsi, məhlul sərfiyyatının temperatur fərqinə təsiri, temperatur fərqinin sərfiyyat əmsalından asılılığı, uzun miqdarının (məhlulun) soyutmadan asılılığı, sudan yüksək temperaturdan soyudulma temperaturuna çatdırılma asılılıqları və s. Bu qeyd olunan məsələlər öz əksini aşağıdakı kimi tapmışdır.

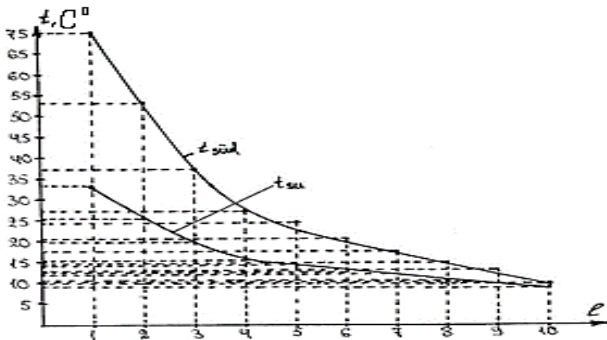
Pasterizasiya edilmiş südü su ilə soyudarkən südün temperaturası gedilən məsafədən asılı olaraq artır. Bu məqsədlə isti süd axıdılır və onun temperaturası termometrlə ölçülür, eyni zamanda su sərfiyyatı $n = 2$ olmaqla südün soyudulmasına uyğun olan nöqtədən

ölçülür, alınan nəticələr aşağıdakı cədvəldə qeyd olunur. Həmin əyri temperaturanın soyutma sahəsindən (F) və ya yerdəyişmə məsafəsindən asılı olaraq dəyişməni göstərir (cədvəl 2).

Cədvəl 2. Eksperimentin nəticələri

Südün getdiyi yol, l , sm	Temperatura, t , $^{\circ}\text{C}$	
	Süd	Su
1	75,0	33,3
2	53,0	25,3
3	37,4	19,2
4	27,7	15,5
5	24,3	14,2
6	20,2	12,7
7	17,4	11,7
8	14,8	10,7
9	12,6	10,2
10	10,0	8,0

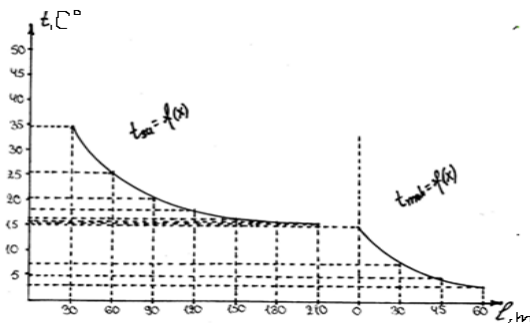
Cədvəlin qiyməti əsasında həmin asılılığın qrafiki tərtib olunur.



Şəkil 5. Su və südün temperaturalarının dəyişmə ayriləri

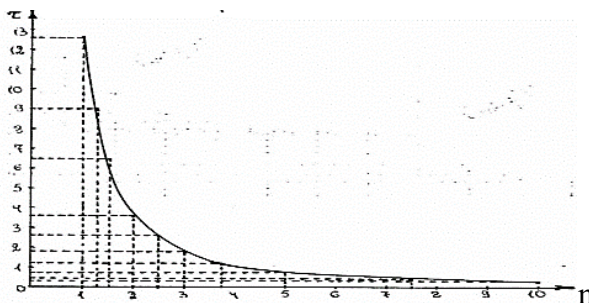
Bu əyridən (5) göründüyü kimi əks istiqamətdə axan su və südün dəyişmə ayriləri hiperbola əyrisi ilə dəyişir, yəni südün temperaturası (pasterizasiya edilmiş süd) 75°C -dən 10°C -dək enməsi zamanı suyun temperaturası 8°C -dən 33°C –yə qədər dəyişir.

Tədqiqatın qiymətləri əsasında südün su bölməsində və məhlul bölməsində temperaturunun dəyişmə qrafikini tərtib edirik.



Şəkil 6. Soyuducu məhlul sərfinin temperatur fərqiə təsiri.

Soyuducuda südün soyudulması su və məhlulla soyudulur. Temperatur fərqiənin τ sərfiyyat əmsalından n asılı olaraq qrafikini qururuq.



Şəkil 7. Temperatura fərqiənin τ sərfiyyat əmsalından n asılılıq qrafiki

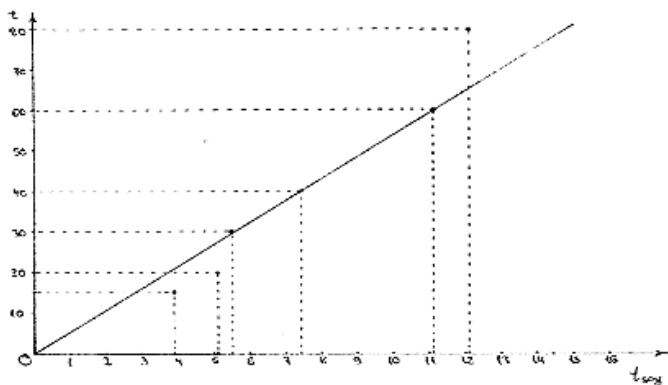
Duzun miqdarının südün son temperaturasına təsiri qrafikini tərtib edirik. Qrafikdən görüldüyü kimi duzun miqdarının artması temperaturanın azalmasına səbəb olur.

Südün əvvəlki temperaturasından asılı olaraq son soyuma temperaturaya təsiri şəkil 9-da göstərilmişdir. Bu məqsədlə südün əvvəlki temperaturasından, yəni pasteurizasiya temperaturundan 80^0 -dən adi otaq temperaturasına qədər soyuma temperaturasına təsiri ölçülüb (beş təkrarda) alınan qiymətlər aşağıdakı qrafikdə verilmişdir.



Şəkil 8. Duzun kütləsindən G asılı olaraq südün soyuma temperaturasının t dəyişmə qrafiki

Südün əvvəlki temperaturasından asılı olaraq südün son temperaturasının dəyişmə qrafiki göstərilmişdir.



Şəkil 9. Südün soyuma temperaturasının onun əvvəlki temperaturadan asılı olaraq dəyişmə qrafiki.

Qrafikdən göründüyü kimi südün temperaturası 80°C –dən $12,5^{\circ}\text{C}$ –yə, südün əvvəlki temperaturası 15°C –dən $3,8^{\circ}\text{C}$ –yə qədər azaldılır və bu dəyişmə parabola qanunu ilə yerinə yetirilir.

Süd soyuducu qurğunun iqtisadi səmərəliliyinin müəyyən edilməsi. Eksperimental qurğunun sınağı Samux rayonu Happu fermer heyvandarlıq təsərrüfatında aparılmışdır. Sözü gedən təsərrüfatda heyvanların ümumi sayı 150 başdır. Onların 52 başı sağmal inəklərdir.

Eksperimental qurğunun müqayisə edilməsi üçün baza maşını olaraq OM-400 qurğusu götürülmüşdür. İqtisadi səmərə yeni qurğu ilə baza maşınının texnoloji prosesin mexanikləşdirilməsində iştirakı ilə əlaqəli yaranan gətirilmiş xərclərin müqayisəsi ilə müəyyənləşdirilmişdir.

Beləliklə, yeni qurğunun tətbiqinin iqtisadi səmərəsi aşağıdakı kimi hesablanır.

$$S = G_1 - G_2, \text{ man} \quad (15)$$

burada S - yeni texnikanın tətbiqindən əldə edilən səmərə, man;

G_1 - baza maşınının istifadəsinin gətirilmiş xərcləri, man;

G_2 - işlənib hazırlanmış yeni texnikanın tətbiqi ilə gətirilmiş xərcləri, man.

Gətirilmiş xərclər aşağıdakı kimi hesablanır.

$$G = \dot{I} + EK, \text{ man} \quad (16)$$

burada $\dot{I}$ - istismar xərcləri, man;

E - sərmayə qoyuluşunun normativ səmərəlilik əmsalı olub, $E = 0,15$;

K - istifadə olunan texnikanın sərmayə qoyuluşu, man.

Hesabatı əvvəlcə baza variantı üçün yerinə yetiririk. Bunun OM-400 qurğunun istifadəsi ilə əlaqəli istismar xərcləri hesablanır.

$$\dot{I}_1 = \Theta_1 + A_1 + R_1 + \varepsilon_1, \text{ man} \quad (17)$$

burada $\dot{I}_1$ - baza maşınının istismar xərcləri, man;

Θ_1 - baza maşını ilə əlaqədar işçilərin əmək haqqı, man;

A_1 - baza maşınının amortizasiya xərcləri, man;

R_1 - baza maşınının cari təmir və texniki xidmət xərcləri, man;

ε_1 - baza maşını üçün enerjiden istifadə xərcləri, man;

Eksperimental qurğunun baza maşını ilə müqayisəli texniki-iqtisadi göstəriciləri cədvəl 3-də verilmişdir.

Cədvəl 3. Müqayisə cədvəli

S/s	Göstəricilər	Ölçü vahidi	Mexanikləşdirmə variantları	
			OM-400	Ekspərimental qurğu
1.	Məhsuldarlıq	l/saat	0,4	0,5
2.	Tələb etdiyi güc	kVt	5,3	3,7
3.	İstifadə müddəti	Gün	365	365
4.	Sərmayə qoyuluşu	Man	3700	850
5.	Amortizasiya xərcləri	Man	518	119
6.	Cari təmir və texniki xidmət xərcləri	Man	666	153
7.	Elektrik enerjisinə çəkilən xərc	Man	628,71	351,13
8.	1 t südün soyudulmasının maya dəyəri	Man/t	7,984	3,98
9.	İstismar xərcləri	Man	3236,2	1761,93
10.	Gətirilmiş xərclər	Man	3791,2	1889,5
11.	İqtisadi səmərə	Man	-	1902

Belə nəticəyə gəlirik ki, illik qənaət 1902 man təşkil edir.

Nəticələr

1. Tədqiqat işi aktual sahəyə həsr olunmaqla respublikanın kiçik heyhəndarlıq təsərrüfatlarında südün keyfiyyətinin saxlanılması üçün onun ilkin emal prosesi olan soyudulma texnologiyasının və qurğusunun təkmilləşdirilməsinə həsr olunmuşdur.

2. Tədqiqat işinin nəticəsi kimi komproserlu məhlulla əks axınlı soyutma texnologiyasına əsaslanan qurğu hazırlanmış və onun konstruktiv – texnoloji parametrləri nəzəri tədqiqatlarla əsaslandırılmışdır.

3. Dissertasiya işində nəzəri tədqiqatlar aparılmaqla müəllif tərəfindən aşağıdakı məsələlərə toxunulmuşdur. Südün əvvəlki temperaturdan, məhsuldarlıqdan və digər göstəricilərdən asılı olaraq, zootexniki tələblərə cavab verən parametrləri təyin olunmuş və onların əsasında qrafiklər tərtib olunmuşdur. Süddə 3...4⁰ C tem-

peratur almaq üçün məhluldan istifadədə onun temperaturunun (-5°C) olması kifayət edir.

4. Təklif olunan süd soyuducusu istiliyə qənaət etmək məqsədi ilə iki bölməli hazırlanmış, birinci bölmə soyuq su ilə ikinci bölmə isə kompressorlu məhlulla soyudulur.

5. Konstruktiv hesabat nəticəsində soyuducunun normal məhsuldarlığını təmin edən qabarit ölçüləri, eni 0,8 m, hündürlüyü 1m olmaqla soyutma sahəsinin $0,8\text{ m}^2$ olması qəbul olunmuş, boruların en kəşik sahəsi təklif olunmuşdur.

6. Eksperiment aparılması məqsədi ilə südün fiziki – mexaniki göstəricilərinin tədqiqatının aparılma metodikası, eksperimentin planlaşdırılması üçün yeni metodika ilə qrafo – analitik üsulla təyininə aid nəzəriyyə verilmişdir. Yeni nəzəri yanaşmaya əsasən təsir edən çox faktorlu göstəricilər təsir dərəcəsinə görə azaldılaraq soyutma sahəsi, temperaturlar fərqi, məhlulun temperaturu, istilik keçirmə əmsalı, südün kütləsi kimi göstəricilər götürülmüşdür.

7. Laboratoriya və təsərrüfatda aqreqatın parametrlərinin tədqiqinə uyğun eksperimentin nəticələrinin qiymətləndirilməsi ilə süd yolunun uzunluğundan asılı olaraq südün su və məhlulla soyudulmasında məhlulla soyudulmanın məqsədə uyğunluğu müəyyən olunmuşdur. $0,75\text{ m}$ məsafədə su ilə soyudulmada südün temperaturu 22°C , məhlulla soyudulmada isə 2°C olmuşdur.

8. Temperatura fərqini (ε), sərfiyyat əmsalından (n) asılı olaraq dəyişməsi öyrənilmişdir. Temperatura fərqi $\tau = 2 \dots 4^{\circ}\text{C}$ olduqda sərfiyyat əmsalı $n = 2 \dots 3$ aralığında olmuşdur.

9. Lazımı soyutma temperaturunun əldə olunması üçün 5% - li məhlulun alınması və buna uyğun 5kq xörək duzunun sərfi müəyyən olunmuşdur.

10. Məhlulda duzun kütləsinin artması südün soyuma temperaturunun azalmasına səbəb olur. 200q qatıldığında südün temperaturu $9, 5^{\circ}\text{C}$, uyğun olaraq 1000q qatıldığında südün temperaturu $3,7^{\circ}\text{C}$ olmuşdur.

11. Südün soyudulma temperaturunun onun əvvəlki temperaturdan asılılığı öyrənilmişdir. Beləliklə temperatur 80°C də $12,5^{\circ}\text{C}$ -yə, 15°C – də $3,8^{\circ}\text{C}$ – yə qədər azalır.

12. Təklif olunan eksperimental qurğu Samux rayonu Happu farmer təsərrüfatında tətbiq olunmuş və 1 ton südün soyudulmasına 4, 004 man qənaət olunmuşdur. İllik iqtisadi səmərə 1902 manat təşkil edir. Dissertasiya Aqrar Universitetin texniki şurasında müzakirə olunmuş və təsərrüfatlarda istifadə üçün tövsiyyə hazırlanmışdır..

İstehsalata tövsiyələr

Duzlu məhlulla əks axınlı soyutma sisteminə əsaslanan süd soyuducu qurğunun təyin olunmuş komponent tərkibi kimi soyudulan südün miqdarına görə sazlanması üçün məhlul nisbətinin hazırlanması və qarışdırıcının normal işləməsi tövsiyə olunur.

Soyudulma prosesində 100 l südün soyudulması üçün məhlul tərkibinin hazırlanmasında 100 l suya 1 kq duzun qatılması tövsiyə olunur. Süddə 3..4⁰ C temperaturu almaq üçün məhluldan istifadə də onun temperaturunun -5⁰Colması kifayət edir. Əks axınlı soyutma prosesində soyuducunun normal məhsuldarlığının təmin edən qabarit ölçüləri eni 0,8 m hündürlüyü 1 m olmaqla soyutma sahəsinin 0,8 m² olması qəbul edilir. İlin fəsillərinə uyğun ətraf mühit temperaturu düzülüşü məhlulun hazırlanmasından nəzərə alınmalıdır

Dissertasiyanın əsas müddələri aşağıdakı dərc olunmuş məqalələrdə öz əksini tapmışdır:

1. Babayev Z.V.Lövəli soyuducu aparatın sadələşdirilmiş hesabat metodikasının işlənməsi. // ADAU-nun Elmi əsərləri. - Gəncə, - 2012, №2.- s. 65-67.

2. Babayev Z.V. Təsərrüfat şəraitində süd emalının aktual problemləri // Beynəlxalq Elmi-Praktik konfrans,- Gəncə: 24 sentyabr 2014. - s. 272-273.

3. Babayev Z.V. Südün saxlanması keyfiyyət göstəricilərinin təmin olunması. // 8-ci Beynəlxalq Elmi-Praktik konfransın materialları, - Gəncə: 03-04 oktyabr 2016. - s.243- 245

4. Babayev Z.V. Əks istiqamətli soyuducunun hesabatı // ADAU-nun Elmi əsərləri. - Gəncə, 2017, №1.- s.82-84.

5. Babayev Z.V. Azərbaycanca fəaliyyət göstərən kiçik fermer təsərrüfatlarında südün ilkin emalının həlli üsulları. //Xəbərlər məcmuəsi, Gəncə, - 201 , №2 (68).- s.96-99.

6. Babayev Z.V.Südün soyudulma temperaturunun müxtəlif parametrlərdən asılılığı. //Xəbərlər məcmuəsi, Gəncə.- 2017, №3 (69).- s.143-156.

7. Бабаев З. В. Расчет секции раствора холодильной установки. //«Интернаука». - Москва, 2017, №8(12). - с.10-12

8. Gurbanov Kh.N., Babaev Z.V.Milk in it, follow the coolant to conduct impressive parameters regression equation graphic-analytical method definition. //Black sea Georgia. -Tbilisi. 2018 - p.29-33.

9. Qurbanov X.H., Babayev Z.V. Süd soyuducusunun eksperimentinin aparılması üçün təsiredici parametrlərin reqressiya tənliyinin qrafo-analitik metodla tərtibi.// Azərbaycan Xalq Cümhuriyyətinin 100 illik yubileyinə həsr olunmuş “Kənd təsərrüfatı istehsalında elmi-texniki tərəqqinin aktual problemləri” mövzusu üzrə keçirilmiş elmi-praktiki konfransın materialları (16-17 oktyabr 2018 il) Gəncə: 2018, - s.35-40.

10. Babayev Z.V. Südün su ilə soyudulma təsirinin asılılığının tədqiqi// ADAU-nun Elmi əsərləri, - Gəncə, 2019, №1. - s.75-78.

11. Qurbanov X.H.Babayev Z.V. Süd soyuducusunun eksperimental tədqiqatı // Ümum milli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 96-cı ildönümünə həsr olunmuş ADAU əməkdaşlarının 2018-ci ilin Elmi-Tədqiqat işlərinin yekunlarına dair Elmi-Praktik konfrans, Gəncə,- 07 may, 2019.

12. Курбанов Х.К., Бабаев З.В., докторант. Экспериментальные исследования охладителя молока. //Инновации в научно-техническом обеспечении агропромышленного комплекса России (материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, г. Курск: 5-6 февраля 2020 г. Ч.3 - с.103-109.

Dissertasiyanın müdafiəsi «11» fevral 2022-ci il tarixində saat 14⁰⁰-da Azərbaycan Dövlət Aqrar Universitetinin nəzdində olan FD 2.26 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: Az 2000, Azərbaycan Respublikası, Gəncə şəhəri, Atatürk prospekti, 450.

Dissertasiya ilə Azərbaycan Dövlət Aqrar Universitetinin kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları Azərbaycan Dövlət Aqrar Universitetinin rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat «07» yanvar 2022-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb:05.01.2022
Kağız formatı: (210x297) 1\4
Həcm:36155 işarə
Tiraj 100