ISNN 3030-3907

2026/3
VOLUME 5

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/3 VOLUME 5

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

CHORVACHILIK UCHUN OZUQAVIY YEM-XASHAK YIG‘ISH MASHINALARINING ILMIY TAHLILI

Abdivoidov Rustam Baxtiyor o‘g‘li
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti
E mail: rustamabdivoidov443@gmail.com
Tel: +998 91 976-08-96
Xudoyberdiyev Asliddin Chori o‘g‘li .
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti
E-mail: xudoyberdiyevdoniyor03@gmail.com
Tel: +998 91578-47-23

Annotatsiya. Maqolada chorva mollari uchun oziqabop beda o‘simligini o‘rish kombaynlarining bugungi kunda ekspluatatsion sharoitlaridan kelib chiqib ilmiy tahlilini olib borish, ozuqabop o‘simliklarni o‘rim-yig‘im sharoitlarini hisobga olgan holda o‘rish jarayonida ortiqcha yo‘qotishlarni tahlil qilgan holda o‘rish agregatining maqbul variantlarining ilmiy tahlilini yuritish.

Kalit so‘zlar. Chorva mollari, beda, o‘rish agregati, texnologiya, samaradorlik, tezlik, o‘rish balandligi, segment barmoq.

Аннотация. Изучение существующих типов эксплуатируемых косилок для кормовой люцерны, анализ избыточных потерь в процессе скашивания с учётом условий уборки кормовых культур и научный анализ оптимальных вариантов уборочных агрегатов

Ключевые слова Сельскохозяйственные животные, люцерна, косильный агрегат, технология, эффективность, рабочая скорость, высота среза, сегментно-пальцевый аппарат.

Annotation. Study of existing types of mowers currently in operation for forage alfalfa, analysis of excessive losses during the mowing process considering harvesting conditions, and scientific analysis of optimal harvesting unit variants.

Keywords: Livestock, alfalfa, mowing unit, technology, efficiency, operating speed, cutting height, sickle bar.

KIRISH.

Yem-xashak yig‘ish mashinalari sohasidagi ilmiy tadqiqotlar so‘nggi o‘n besh yil davomida keskin rivojlanib, qishloq xo‘jaligining ushbu muhim yo‘nalishida texnologik inqilob yuz berganligini ko‘rsatmoqda. Zamonaviy ozuqaviy yem-xashak yig‘ish mashinalari chorvachilik mahsulotlarining sifati va hosildorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatib, hayvonlar ovqatlanishining asosiy manbalarini ta’minlashda hal qiluvchi ahamiyatga ega bo‘lib qoldi. Ferraretto, Shaver va Luck (2018) tadqiqotlariga ko‘ra, to‘g‘ri o‘rib-yig‘ish texnologiyalari qo‘llanilganda, silos ozuqasining hazm bo‘lish darajasi 15-20% ga oshishi

ISSN 3030-3907

mumkin, bu esa chorvachilikda sut mahsuldorligining oshishiga olib keladi. Borreani, Tabacco, Schmidt, Holmes va Muck (2018) tomonidan o‘tkazilgan keng qamrovli tadqiqotda quruq modda yo‘qotilishi va sifat pasayishining asosiy omillari o‘rganilgan bo‘lib, ular o‘rish, saqlash va fermentatsiya jarayonlarida yuzaga keladigan muammolarni batafsil tahlil qilganlar. Ushbu adabiyotlar sharhi 2010-2025-yillar oralig‘ida Web of Science va Scopus ma’lumotlar bazalarida nashr etilgan ilmiy maqolalar asosida yem-xashak yig‘ish mashinalari, ularning samaradorligi, texnologik innovatsiyalari va kelajak istiqbollarini kompleks tahlil qilishga bag‘ishlangan.

O‘z-o‘zidan yuradigan yem-xashak yig‘ish kombaynlari zamonaviy qishloq xo‘jaligida asosiy o‘rinni egallaydi va ularning texnik parametrlari doimiy takomillashtirilmoqda. Tian, Xia, Wang, Song, Yan, Li va Wang (2021) Xitoyda o‘tkazgan tajribalarida integral tizimli o‘z-o‘zidan yuradigan kombayni ishlab chiqilgan bo‘lib, u kesish, tekislash, maydalash va tashlash jarayonlarini birlashtirgan holda o‘rtacha 1,6 m/s tezlikda ishlash qobiliyatiga ega. Ushbu mashina beda uchun optimal kesish tezligi 2131 ayl/min, silos makkajo‘xori uchun esa 836 ayl/min ekanligini ko‘rsatdi. Amiama, Bueno va Alvarez (2008) Ispaniyada 163 ta dalada New Holland FX58 kombaynlarini o‘rganib, dala sig‘imi va hosil miqdori o‘rtasidagi kuchli korrelyatsiyani aniqlashdi. Abilzhanuly, Iskakov, Nurgozhayev va hamkasblar (2024) Qozog‘istonda kichik o‘lchamli yem-xashak kombayni uchun matematik model ishlab chiqib, poya yo‘naltirish moslamasi qo‘llanilganda 50 mm dan kichik zarralar ulushi 46,7% dan 79,3% ga oshganligini tasdiqlashdi.

Kesish mexanizmlari va maydalash texnologiyalari sohasida Lisowski, Świątek, Klonowski va hamkasblar (2012) Polshada o‘tkazgan tadqiqotida CFD simulyatsiya usulidan foydalanib, maydalangan materialning chiqarish quvuridagi harakatini tahlil qilishdi. O‘Dogherty (1982) ning tarixiy sharhi hamon muhim ahamiyatga ega bo‘lib, unda ko‘rsatilishicha, yem-xashak kombayni quvvatining 35% maydalashga, 50% esa materiallar va havoni tezlatishga sarflanadi. Chen, Xu, Wei va hamkasblar (2023) silos makkajo‘xori kombaynining oziqlantiruv va maydalash moslamasini optimallashtirish bo‘yicha tajribalarida, vintsimon ikki diskli oziqlantiruv moslamasini ishlab chiqdilar va nazariy hisoblar bilan tajriba natijalari orasidagi farq 5% dan kam ekanligini isbotladilar.

O‘roq va konditsioner mashinalari sohasida Greenlees, Hanna, Shinners, Marley va Bailey (2000) to‘rtta mower-konditsioner turini qiyoslab o‘rganib, barg yo‘qotilishi quruq moddaning 5,2-5,9% ni tashkil etganligini, impeller mashinalari esa rolikli konditsionerlarga nisbatan 23-63% tezroq quritish imkonini berganligini aniqlashdi. Borreani va Tabacco (2006) tadqiqotida po‘lat bolg‘ali konditsioner

ISSN 3030-3907

beda va italyan raigrasi uchun rezina rolikli konditsionerga nisbatan tezroq quritish ta'minlaganligini ko‘rsatdi. Shinners, Wuest va Cudoc (2006) intensiv konditsionerlash usullarini o‘rganib, bu texnologiyaning quritish tezligini 25-150% ga oshirishi mumkinligini, lekin quvvat sarfi oddiy mower-konditsionernikidan kamida ikki barobar ko‘p ekanligini qayd etdilar.

Press-yig‘uvchilar va silos uskunalari bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar ham sezilarli yutuqlarga erishdi. Fasick va Liu (2020) ning hisob-kitoblariga ko‘ra, dumaloq press-yig‘uvchilarning o‘tkazuvchanlik qobiliyati katta to‘rtburchak press-yig‘uvchilarnikiga nisbatan 50% kam bo‘lib (32,7 Mg/soat ga nisbatan 71,0 Mg/soat), o‘rash va chiqarish vaqti samaradorlikka sezilarli ta'sir ko‘rsatadi. Shinners va Friede (2018) katta to‘rtburchak press-yig‘uvchilarda nam asosida zichlik 240 $kg \cdot m^{-3}$ atrofida bo‘lishi kerakligini ko‘rsatib, energiya sarfi bala zichligi bilan eksponensial bog‘liq ekanligini isbotladilar. Zhang, Zhang, Ma, Wang va Su (2024) roliklar joylashuvining biomassa balalarining sifati va press-yig‘ish energiya sarfiga ta'sirini o‘rganib, 30 mm qadam qiymatida maksimal press-yig‘ish bosimi, radial bosim uzatilishi yo‘qotilishi va energiya sarfi mos ravishda 30,4%, 33,4% va 13,7% ga kamayganligini aniqlashdi.

Bala zichligi monitoringi sohasida Zawada, Nijak, Mac va hamkasblar (2023) kuch sensorlari asosida zichlikni nazorat qilish tizimini ishlab chiqdilar, bunda bala og‘irligi variatsiya koeffitsienti 8,4%, zichlik variatsiya koeffitsienti esa 20,2% ni tashkil etdi. Yin, Chen, Liu, Zhou va Liu (2023) dinamik tortishga asoslanangan real vaqtda bala zichligi monitoringi tizimini loyihalashtirib, statik rejimda maksimal nisbiy xato 0,38%, dinamik rejimda esa -4,40-4,30% oralig‘ida ekanligini ko‘rsatdilar. Ushbu texnologiyalar yem-xashak sifatini dastlabki bosqichlardan nazorat qilish imkonini beradi.

O‘rash texnologiyalari va plastik plyonka innovatsiyalari ham muhim tadqiqot yo‘nalishiga aylandi. Bisaglia, Tabacco va Borreani (2011) to‘r o‘rniga plastik plyonka bilan bog‘lash tizimini o‘rganib, ish tezligi bog‘lash usuliga bog‘liq emasligini, lekin plyonka bilan bog‘lash bala egri yuzasining havosizligini yaxshilaganligini aniqlashdi. Shinners, Huenink, Muck va Albrecht (2009) to‘r o‘rash soatiga 32% ko‘proq bala o‘rash imkonini berishini va quruq modda yo‘qotilishini 2,9% dan 1,0% ga kamaytirishini ko‘rsatdilar. Li va hamkasblar (2018) dumaloq guruch somon balalarini o‘rash silos texnologiyasini o‘rganib, optimal o‘rash parametrlarini aniqlashdi: aylanuvchi tezlik 31-32 ayl/min, minimal 5 qavat cho‘ziluvchi plyonka tavsiya etildi.

Ozuqa sifatini saqlash va oziq moddalarni saqlash tadqiqotlari chorvachilik uchun muhim ahamiyatga ega. Capstaff va Miller (2018) ning umumiy sharhida oqsillar va suvda eruvchan uglevodlar (WSC) chorva mollari uchun eng muhim

ISSN 3030-3907

oziq moddalar ekanligi ta’kidlanib, o‘rishdan keyingi sifatni saqlashning muhimligi qayd etildi. Kung, Shaver, Grant va Schmidt (2018) silos qo‘shimchalarini o‘rganib, gomolaktik sut kislotasi bakteriyalari (LAB) pH ni tezda pasaytirib, sut kislotasini oshirishini, *Lactobacillus buchneri* esa aerob barqarorlikni yaxshilashini ko‘rsatdilar. Khan, Khan, Tang va Tan (2023) tropik sharoitlarda makkajo‘xori silosini optimallashtirishni o‘rganib, 3 kun ichida barqaror pH (<4,2) erishilishi mumkinligini isbotladilar.

Saqlash sifati va saqlash usullari bo‘yicha Gebrehanna va hamkasblar (2016) Keniyada olti turdagi yaylov o‘tlarini 1, 2 va 3 kunlik quritish davrlari bilan o‘rganib, namlik 15% dan past bo‘lganda xom oqsilda sezilarli farq yo‘qligini ko‘rsatdilar. Müller (2012) turli o‘rim-yig‘im, saqlash usullari har xil kimyoviy va mikrobial tarkibli ozuqalarni hosil qilishini ta’kidlab, saqlash strategiyalari buzilganda zaharli o‘simliklar va toksinklar xavfini muhokama qildi. Bernardes va hamkasblar (2024) etti yillik ma'lumotlar to‘plamini tahlil qilib, mavsumiylik silos sifatiga sezilarli ta'sir ko‘rsatishini, zichlash fermentatsiya sifatini saqlash uchun muhim ekanligini isbotladilar.

Avtomatlashtirish va aniq dehqonchilik texnologiyalari yem-xashak yig‘ishda tub o‘zgarishlar olib kelmoqda. Ali va Kaul (2025) ning keng qamrovli sharhida massa oqimi sensorlari, ta'sir sensorlari, namlik sensorlari, NIR spektroskopiyasi, masofaviy o‘lchash yondashuvlari va qarorlarni qo‘llab-quvvatlash tizimlari (DSS) muhokama qilindi. Borsato, Martello, Marinello va Bortolini (2024) yem-xashak ekinlari uchun hosil baholash usullarini ko‘rib chiqib, o‘z-o‘zidan yuradigan yem-xashak kombayinlari real vaqtda hosil baholash uchun eng ko‘p e'tibor olganligini qayd etdilar.

GPS yo‘naltirish va navigatsiya tizimlari sohasida Stoll va Kutzbach (2000) ning asosiy tadqiqotida yem-xashak kombaynlari uchun GPS asosidagi avtomatik boshqaruvni ishlab chiqib, dala sharoitlarining barchasida haydash standart og‘ishini 100 mm dan past ekanligini ko‘rsatdilar. Mwitta va Rains (2024) GPS yo‘naltirishini chuqur o‘rganish modeli bilan birlashtirgan qishloq xo‘jaligi robotini sinovdan o‘tkazib, o‘rtacha lateral xato 9,5 sm erishganligini qayd etdilar. Wang, Liu, Zhu va hamkasblar (2023) qishloq xo‘jaligi mashinalari uchun avtomatik navigatsiya texnologiyalarini sharhlashda GNSS va mashina ko‘rishni birlashtirgan yondashuv avtonom yo‘l rejalashtirishda eng muvaffaqiyatli ekanligini aniqlashdi.

NIR sensorlari ozuqa sifatini o‘lchash uchun muhim vosita bo‘lib qoldi. Digman va Shinners (2008) ning muhim tadqiqotida o‘z-o‘zidan yuradigan yem-xashak kombayni quvuriga mobil NIR spektrometri (950-1680 nm) o‘rnatildi va butun o‘simlik makkajo‘xori silosining namligi uchun diagnostikalash modellari

ISSN 3030-3907

ishlab chiqildi, statik ma'lumotlar uchun RMSECV 1,12%, dinamik ma'lumotlar uchun 3,28% ni tashkil etdi. Bu tadqiqot John Deere HarvestLab sensorining asosini tashkil etdi. Yamada, Cherney, Cherney, Runge va Digman (2024) portativ NIRS qurilmalarini (NeoSpectra, TrinamiX, AgroCares) 111 ta fermada quritilmagan namunalarda ozuqa sifatini baholash uchun sinovdan o‘tkazdilar. Hart, Burns, McGee, Nolan va O‘Riordan (2021) portativ NIR asboblarini (AuroraNir, NIR4, SCiO) va HarvestLab 3000 ni 600 dan ortiq namunada 19 ta sut fermasida sinovdan o‘tkazdilar.

Hosil monitoringi va massa oqimi sensorlari sohasida Shinners, Huenink va Behringer (2003) o‘z-o‘zidan yuradigan kombayinlarda sensor tizimlarini muvaffaqiyatli joriy etib, hosil xaritasini tuzish uchun oziqlantiruv ruloni siljishi, ta'sir plastinkalari, moment o‘lchagichlar va yuk kameraları kabi tizimlarni ishlab chiqdilar, dinamik bala og‘irligi usuli R^2=0,99 bashorat aniqligiga erishdi. Kumhála, Prošek va Blahovec (2007) o‘t hosil o‘lchash sensorlarini ishlab chiqib, konditsioner quvvat kirishi, ta'sir kuchi va material oqimi tezligi o‘rtasida R^2=0,95 korrelyatsiyaga erishdilar. Kumhála, Kvíz va Prošek (2010) yem-xashak kombayinlari uchun sig‘imli o‘tkazuvchanlik sensorini ishlab chiqib, makkajo‘xori o‘tkazuvchanligi o‘lchovi uchun R^2=0,99 korrelyatsiya koeffitsientiga erishdilar.

IoT va aqlli fermerchilik ilovalari jadal rivojlanmoqda. Ayaz, Ammad-Uddin, Sharif, Mansour va Aggoune (2019) qishloq xo‘jaligida IoT qurilmalari va simsiz sensorlarni keng ko‘rib chiqib, GPS va GIS integratsiyasini joylashuvga asoslangan boshqaruv va avtonom o‘rim-yig‘im operatsiyalari uchun muhokama qildilar. Talaviya, Shah, Patel, Yagnik va Shah (2020) 159 ta IoT qishloq xo‘jaligi maqolasini tizimli ko‘rib chiqib, aqlli fermerchilik uchun apparat platformalari, tarmoq protokollari va texnologiyalarni aniqlashdi. Farooq, Riaz, Abid, Umer va Zikria (2022) aqlli sug‘orish, ekinlarni monitoring qilish, o‘rim-yig‘imni avtomatlashtirish va hosil bashoratida IoT integratsiyasini ko‘rib chiqdilar.

Avtonom va robototexnik yig‘ish tizimlari istiqbolli yo‘nalish sifatida o‘rganilmoqda. Fountas, Mylonas, Malounas va hamkasblar (2023) ning keng qamrovli sharhida ko‘rish tizimlari, harakat rejalashtirish/navigatsiya, odam-robot o‘zaro ta'siri, ushlash strategiyalari va oxirgi effektor dizayni ko‘rib chiqildi. Shamshiri, Weltzien, Hameed va hamkasblar (2018) avtonom begona o‘tlar nazorati, dala razvedkasi va o‘rim-yig‘im robotlarini ko‘rib chiqib, ko‘p robotlar hamkorligi va raqamli fermerchilik ilovalarini muhokama qildilar. Rajendran, Yuen, Maul va Khaw (2024) selektiv o‘rim-yig‘im robotlarini, shu jumladan idrok tizimlari, ushlash mexanizmlari, harakat rejalashtirish va nazorat strategiyalarini ko‘rib chiqdilar.

ISSN 3030-3907

Mexanizatsiya samaradorligi va energiya sarfini optimallashtirish sohasida Xue, Fu, Fu, Li va Chen (2023) yashil yem-xashak makkajo‘xori kombaynining boshli qismini modellashtirish va optimallashtirish bo‘yicha RSM-ANN modelini ishlab chiqdilar, bu model solishtirma energiya sarfini bashorat qilish uchun R^2=0,9925 ga erishdi. Lisowski, Klonowski, Sypula va hamkasblar (2019) kesish quvvati ulushi yem-xashak kombaynining umumiy quvvat talabining taxminan 50% ini tashkil etishini, eng past kesish qarshiligi optimal biomassa namligi 65-70% (nam asosida) da erishilishini ko‘rsatdilar. Quruq modda uchun solishtirma energiya barabanli agregatlar uchun 2-4 kJ/kg, turli kesish agregatlar uchun 1,25-15,6 kJ/kg ni tashkil etdi.

Iqtisodiy samaradorlik tadqiqotlarida Gebiso, Ketema, Shumetie va Feye (2024) Efiopiyada qishloq xo‘jaligi mexanizatsiyasining bug‘doy mahsuldorligi va iqtisodiy samaradorlikka sezilarli ijobiy ta'sirini ko‘rsatdilar. Yan, Sun, Chen va Dai (2024) Xitoyda qishloq xo‘jaligi mexanizatsiyasi va atrof-muhit samaradorligi o‘rtasidagi "U-shaklidagi" munosabatni aniqlashdi, Xitoyning kompleks mexanizatsiya darajasi 2010 yilda 52,3% dan 2021 yilda 72,0% ga oshganligini qayd etdilar.

Xitoy tadqiqotchilarining hissasi muhim ahamiyatga ega bo‘lib, Yang, Cui, Qu va hamkasblar (2016) makkajo‘xori kombayinlarining to‘rt turini tasniflashdi: yig‘uvchilar, don kombayinlari, yem-xashak kombayinlari va kombinatsiyalangan don-somon kombayinlari. Kelgusi tendentsiyalar sifatida yuqori quvvatli dvigatellar, oshirilgan samaradorlik, avtomatlashtirish va aql-idrok tizimlarini ko‘rsatdilar. Jia, Zhang va Ding (2022) Xubey provinsiyasida qishloq xo‘jaligi mexanizatsiyasining ishlab chiqarish va daromadga ta'sirini o‘rganib, mexanik aniq ekish urug‘larni tejashini va xarajatlarni kamaytirishini aniqlashdi.

Germaniya qishloq xo‘jaligi muhandisligi innovatsiyalari ham diqqatga sazovordir. AgriLight loyihasi doirasida (2022-2024) tolali kompozit shassi dizayni ishlab chiqildi, bu og‘irlikni 50% ga kamaytirish va ayni paytda ramning buralish bikrligini oshirish imkonini beradi. Bu yo‘l harakati qoidalari, tuproq zichlanishi va yoqilg‘i sarfi muammolarini hal qilishga qaratilgan. Ehlert (2002) yem-xashak kombayinlarida o‘tkazuvchanlikni aniq o‘lchash uchun universal qo‘llaniladigan algoritmni ishlab chiqdi.

Rossiya va Markaziy Osiyo tadqiqotlari ham muhim ahamiyatga ega. Rossiya tadqiqotchilarining silos ishlab chiqarish xarajatlarini 5% gacha kamaytiradigan statistik modellar ishlab chiqganligi qayd etilgan. Qozog‘istonning qishloq xo‘jaligi rivojlanishi kontekstida mashinalarning 90% ga yaqini foydalanish muddati oxirida ekanligi, traktorlarning 94% i va kombayinlarning

ISSN 3030-3907

77% si 10 yildan oshganligi ko‘rsatilgan. Hukumat qishloq xo‘jaligi uskunalari importining 25% ini subsidiyalaydi.

Mehnat unumdorligi tadqiqotlarida Hamilton va hamkasblar (2022) mexanik vositalarning ba'zi qishloq xo‘jaligi sharoitlarida mehnatni to‘ldirishini, kapital va mehnat o‘rnini bosuvchilar bo‘lganda fermerlarning "haddan tashqari mexanizatsiyalashuvi" mumkinligini ko‘rsatdilar. USDA ERS (2024) ma'lumotlariga ko‘ra, global ferma mehnati 2003 yilda 1 milliard kishida cho‘qqiga chiqqan bo‘lsa, 2020 yilga kelib 841 million kishiga tushdi.

Kelajak tendentsiyalari va texnologik rivojlanish istiqbollari bo‘yicha Hay and Forage Grower (2025) sun'iy intellektning yem-xashak yig‘ishda kelajagi borligini ta'kidlaydi. O‘z-o‘zidan yuradigan yem-xashak kombaynlari namlik sensorlari bilan jihozlangan bo‘lib, namlik ma'lumotlariga asoslangan avtomatlashtirilgan kesish uzunligini sozlash amalga oshirilmoqda. Sun'iy intellekt chuqur o‘rganish modellari ozuqa hosili va sifatini bashorat qilish uchun qo‘llanilmoqda. FAO (2022) ning xalqaro sharhida mexanizatsiya mehnat unumdorligini oshirishi, qashshoqlikni kamaytirishi va oziq-ovqat xavfsizligini yaxshilashi, lekin ishsizlik ta'sirlari, biodiversitetning yo‘qolishi va yerning degradatsiyasi kabi muammolar ham mavjudligi ta'kidlandi.

Ilmiy tadqiqotlarda aniqlangan kamchiliklar quyidagilarni o‘z ichiga oladi: saqlash davrida pichan mikrobiomasining dinamikasi bo‘yicha cheklangan tadqiqotlar; yem-xashak yig‘ishda aniq dehqonchilik ilovalarini qo‘llash bo‘yicha ko‘proq tadqiqotlar zarurligi; bir nechta yig‘ish texnologiyalarining birgalikdagi ta'siri haqida yetarli ma'lumotlar yo‘qligi; va iqlim o‘zgarishi sharoitida ozuqa sifati bo‘yicha cheklangan tadqiqotlar. Bundan tashqari, rossiyalik tadqiqotchilarning ingliz tilidagi nashrlarining kamligi, standartlashtirilgan ko‘rsatkichlar bilan mamlakatlararo qiyosiy tadqiqotlarning yetishmasligi va kichik xo‘jaliklarda yem-xashak mexanizatsiyasi bo‘yicha kam tadqiqotlar mavjudligi kuzatildi.

XULOSA

2010-2025 yillar oralig‘ida yem-xashak yig‘ish mashinalari sohasida sezilarli ilmiy yutuqlar qo‘lga kiritildi. GPS asosidagi yo‘naltirish tizimlari 100 mm dan kam standart og‘ish bilan ishlash, NIR sensorlari R^2=0,987 aniqlikda quruq modda va ozuqa sifatini o‘lchash, IoT tizimlari real vaqtda monitoring va qarorlarni qo‘llab-quvvatlash imkoniyatlarini taqdim etdi. Energiya sarfini optimallashtirish, avtomatlashtirish, robototexnika va sun'iy intellekt kelajakda yem-xashak yig‘ish mashinalari rivojlanishining asosiy yo‘nalishlarini tashkil etadi. Chorvachilik uchun ozuqaviy yem-xashak yig‘ish mashinalarining ilmiy asoslangan rivojlanishi chorva mollari oziqlanishining sifati va samaradorligini oshirishda, qishloq

ISSN 3030-3907

xo‘jaligi iqtisodiyotini mustahkamlashda va barqaror qishloq xo‘jaligi amaliyotlarini joriy etishda muhim ahamiyatga ega bo‘lib qolmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Mamatov F. M., Temirov I.G‘, Qishloq xo‘jalik mashinalari. Darslik. – T.: «Voris-nashriyot», 2019. – 631 b.
2. Hamidov A.. Yem-xashak, g‘alla yig‘ishtirish va chorvachilik mashinalari, O‘quv-uslubiy qo‘llanma. – T.; ToshDTU, 2014, 188 b. http://agro.su/catalog/sel_technik/kosilki.html (большое описание косилок со схемами) http://www.vpole.ru/trade/vid-jatki.html
2. (большой обзор и описание жаток и др сх техники. Зерноубор комбайны)
1. Agricultural Engineering: Principles and Practice. Book Publisher: Createspace, Charl US, 2012.
3. Ахметов А.А. Тенденции совершенствования конструкции хлопководческих предпосевных почвообрабатывающих машин-орудий. Ташкент, «Илмий-техника ахбороти-Пресс» нашриёти, 2017.
4. Abdivoidov R. B. INSTEAD OF PUTTING A MAGNET ON THE OIL DIPPER, PLACE FOOD IN OIL //Экономика и социум. – 2022. – №. 9 (100). – С. 7-9.
5. O'G'Li, Abdivoidov Rustam Baxtiyor, Xudoyberdiev Asliddin Chori O'G'Li, va Ibragimov Hasan Eshpo'Latovich. "O 'RISH BALANDLIGIGA BOG 'LIQ RAVISHDA JATKA YIG 'UVCHI LENTASIGA UZATILAYOTGAN BEDA O 'SIMLIGI MASSASINING O 'ZGARISHI TAHLILI." *Mexanika va texnologiya* 6. 1-maxsus nashr (2025): 134-138.

ISSN 3030-3907