

**WEB OF SCIENCE ASOSIDA SUV TANQISLIGI SHAROITIDA
ALMASHLAB EKISH TADQIQOTLARINING BIBLIOMETRIK VA VIZUAL
TAHLILLARI**

Xudaybergenova Nilufar Baxtiyarovna

Qoraqalpog‘iston qishloq xo‘jaligi va agrotexnologiyalar instituti

06.01.10-Yer tu‘zish, kadastr va yer monitoringi ixtisosligi

3-bosqich tayanch doktranti

N.B.Reimov

Qoraqalpog‘iston qishloq xo‘jaligi va agrotexnologiyalar instituti q.x.f/d, professor

Annotatsiya: Ushbu tadqiqotni amalga oshirishning asosiy sababi qishloq xo‘jaligida suv tanqisligi oqibatida yuzaga kelayotgan muammolarni o‘rganish va ularning ijobiy yechimini topishdan iborat. Mazkur maqolani yozishdan maqsad butun dunyoda muammoli bo‘lib borayotgan oziq-ovqat xavfsizligi, yer va suv resurslarining kamayishi, tuproq unumdorligining pasayishi kabi qishloq xo‘jaligida qiyinchiliklar tug‘dirayotgan qator muammolarga yechim topish va ularga qarshi ilmiy-amaliy ishlarni olib borishdan iborat. Ushbu maqolada men suv tanqisligi natijasida qurg‘oqchilikning kuchayishi, yangi almashlab ekish tizimlarini loyihalash kabi masalalarga javob topdim va tahlil qildim. Shu maqsadda tanlangan ilmiy tadqiqot mavzusi bo‘yicha kalit so‘zlar saralanib, tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari almashlab ekishni to‘g‘ri loyihalash va qurg‘oqchilikning qishloq xo‘jaligiga ijobiy va salbiy ta‘sirini o‘z ichiga oladi. Oxirgi 15 yil davomida olingan tadqiqot natijalarini solishtirganda, almashlab ekishda asosan paxta va g‘alla ekinlari navbatma-navbat ekiladi. Dunyoning turli mamlakatlarida suv tanqisligi va qurg‘oqchilik natijasida tuproq va o‘simliklarning mahsuldorligi yildan-yilga pasayib bormoqda. Keyingi yillarda almashlab ekish tizimiga dukkakli ekinlarni joriy etish loyihalari ham amalga oshirildi. Xulosa o‘rnida shuni aytish kerakki, tanlangan mavzu asosida olib borilgan tadqiqotlar yildan-yilga o‘zining ijobiy samarasini ko‘rsatmoqda. Tadqiqotlar natijasida ma‘lumotlar bazasini kengaytirish, ilmiy-amaliy ishlar ko‘lamini oshirish kabi bir qancha tavsiyalar berishimiz mumkin.

Kalit so‘zlar: Ekin tizimi, almashlab ekish, qurg‘oqchilik, hosildorlik, dehqonchilik, ekin, suv.

KIRISH

1.O‘stirish tizimi

Ekin ekish tizimi qishloq xo‘jaligining moliyaviy barqarorligini kafolatlaydi (Franzluebbers and Stuedernmann 2014). Bu qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini mahalliy sharoitga moslashtirish, foyda izlash, kamchiliklardan qochish va iqlim resurslaridan oqilona foydalanish uchun muhim vositadir (Chjan va boshq. 2020). Whippo va boshqalarning tadqiqotlarida ekin ekish tizimlari. (2024) va Luna va boshqalar. (2020).

Yerning degradatsiyasi, tuproq unumdorligining pastligi va iqlim o‘zgarishi bir qator Sahroi Kabirdan janubiy Afrika mamlakatlarida (Araya va boshq. 2021), AQShda (Zalesny va boshq. 2012), Braziliyada va Yevropada (Wannasek va boshq. 2017) oziq-ovqat tanqisligi va qishloq xo‘jaligi mahsulotlarining kamligiga sabab bo‘lmoqda. Bunday muammolarni oldini olish uchun hosilni almashlab ekishni kengaytirish kerak.

2. Aylanish tizimi

Qishloq xo‘jaligidagi almashlab ekish turi deganda, ba‘zan ekin turiga, tuproqni o‘stirish texnikasiga, tuproq namligiga va biomassa mahsuldorligiga ta‘sir qiluvchi ozuqa moddalariga, shuningdek ozuqa moddalariga o‘zgartirishlar kiritilgan holda, turli vaqtlarda bir xil er uchastkasida doimiy yoki navbatma-navbat ekinlarni etishtirishning ma‘lum bir usuli tushuniladi (Yang va boshq. 2025). Shu sababli almashlab ekishni amalga oshirishda qurg‘oqchilikning kuchayganligini hisobga olish kerak.

3. Qurg‘oqchilik

Qurg‘oqchilik qishloq xo‘jaligiga bevosita ta‘sir ko‘rsatadigan suv stressining bir shaklidir (Wu va boshq. 2017). Olimlar qurg‘oqchilik stressi ortida turgan turli tartibga solish tizimlarini yaxshiroq tushunish uchun turli xil ilmiy usullardan foydalanganlar (Badhan et al. 2018). Qurg‘oqchilik stressi eng nazorat qilib bo‘lmaydigan va oldindan aytib bo‘lmaydigan qishloq xo‘jaligi muammolaridan biriga aylandi va bugungi kunda boshoqli dukkakli ekinlarning hosildorligini cheklovchi asosiy omillardan biri hisoblanadi (Balko et al. 2023). Almashlab ekish tizimlarida suv tanqisligiga chidamli ekinlarni tanlash orqali yuqori hosil olish mumkin.

4. Bibliometrik tahlillar

Ushbu tadqiqotda adabiyotlarni baholash uchun bibliometrik tahlildan foydalandik, chunki u qisqacha bibliometrik ma‘lumotlarning boyligini taqdim etadi (Saliendra va boshq. 2018). Ko‘p yillar davomida bibliometrik tahlil muhim akademik mavzudagi maqolalarni baholash va shaxslar, tashkilotlar va mamlakatlarning ilmiy natijalarini o‘lchash uchun statistik usul sifatida ishlatilgan (Abdikairov va boshq. 2024). Ushbu maqolada asosan suv tanqisligini bartaraf etishga qaratilgan almashlab ekish tizimining yangi sxemalarini o‘rganish va baholashga e‘tibor qaratilgan, tuproq unumdorligini saqlash bizning asosiy vazifamizdir.

5. Maqsad

Tadqiqotning maqsadi bibliometrik ma‘lumotlarga asoslangan tahlilni ta‘minlashdir. Bundan tashqari, ushbu tadqiqot eng yaxshi mualliflarni, nashr qilish tendentsiyasini, moliyalashtirish manbasini va geografik taqsimotni aniqlashga qaratilgan.

Materiallar va usullar

Ushbu sharh maqolasida "ekin tizimi", "aylanish" va "qurg‘oqchilik" kalit so‘zlari yordamida ingliz tilida nashr etilgan Web of Science ma‘lumotlar bazasi maqolalaridan foydalanilgan. Olingan ma‘lumotlar 2011 va 2025 yillar oralig‘ida chop etilgan maqolalardir. Topilgan va kerakli maqolalar ro‘yxatini to‘g‘ri taqsimlash uchun biz Web of Science ma‘lumotlar bazasiga tillar, yillar va hujjatlar turlari bo‘yicha filtr qo‘shdik. Natijada biz 906 ta maqolalar sonini qayd etdik. Hammasi bo‘lib ma‘lumotlar bazasi nashr

etilgan yili, jurnallar nomi, mualliflarning ism-shariflari, mamlakatlar, muassasalar, hududlar, manbalar, agentliklar va nashrlar turini o'z ichiga olgan holda tasniflandi. Tadqiqot 2025-yil 5-fevralgacha yakunlandi. Statistik tahlil uchun Excel 2021, Mapchart.com foydalanilgan. Tadqiqot doirasi 1-rasmda ko'rsatilgan.

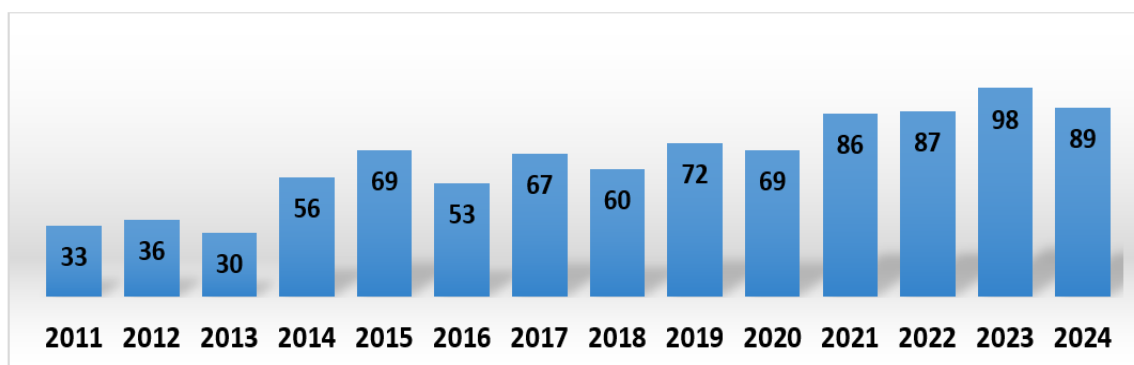
Tadqiqot bazasi	Web of Science
Tanlangan yillar	2010-2025-yillar oralig'i
Til	Ingliz
Mavzu sohasi	Qishloq xo'jaligi, o'simlikshunoslik va atrof-muhit fanlari, ekologiya
Kalit so'zlar	“Ekish tizimlari”, “Almashlab eksihi”, “Qurg'oqchilik”
Statistik tahlil	Microsoft Excel, Xarita diagrammasi, Hujjat turlari, yillar, tashkilotlar, mualliflar, manbalar, mavzular, nashriyotlar, mamlakatlar, agentliklar

Rasm 1. Bibliometrik tahlil bosqichi.

Natijalar

3.1. Nashr qilish tendentsiyasi.

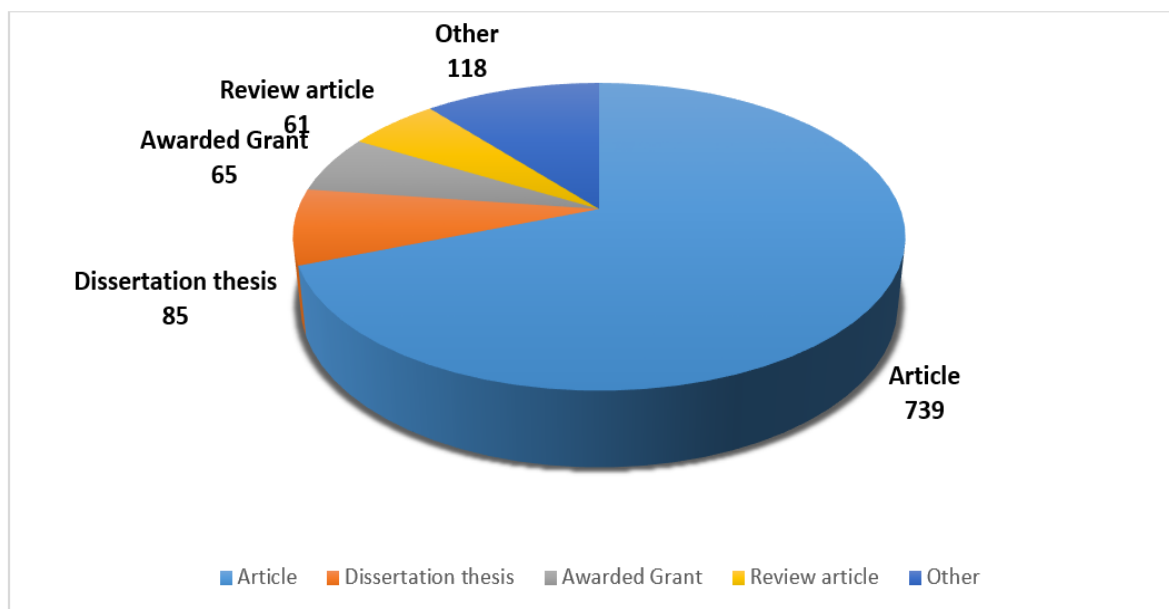
Muayyan masala bo'yicha nashr etilgan maqolalar soni uning global mashhurligini ko'rsatadi. 2-rasmda 2011-2024 yillar oralig'idagi tadqiqot davridagi nashrlar soni 906 ta maqolani ko'rish mumkin. Biz ushbu nashr tendentsiyasini 3 qismga bo'lishimiz mumkin va birinchi bo'lim 2011-2013 yillardagi past maqola davrini qamrab oladi. Birinchi 3 yildagi maqolalarning umumiy soni jami 11% ni tashkil etdi. Ikkinchi bo'limda 7 yil oralig'i pastroq hisobga olindi va bu davr 2014-2019 yillarni o'z ichiga oldi va nashrlarning umumiy sonining 49 foizini qamrab oldi. Keyingi uchinchi qismning soni 4 yilni o'z ichiga oladi va bular 2021-2024 yillar bo'lib, jami 40% ni tashkil qiladi. Bu yillar orasida 2023 yil umumiy maqolalar sonining 11 foizi bilan yetakchilikni egalladi. 2013 yil eng kam maqola chop etilgan yil bo'ldi. Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, 2011-2024 yillarda jami ko'rsatkichlar miqdori 3 foizdan 11 foizga oshgan.



2-rasm. Chop etilgan maqolalar soni.

3.2. Nashr turi.

Odatda, tadqiqotchilar o'zlarining ilmiy natijalarini nashr qilish uchun bir nechta variantga ega. 3-rasmda tadqiqotimiz natijasida eng ko'p foydalaniladigan manbalardan olingan 5 xil turdagi nashrlar tasvirlangan. Natijalardan ko'rinib turibdiki, jami adabiyotlarning 81,5 foizini ilmiy maqolalar tashkil etgan. Keyingi o'rinlarda dissertatsiyalar 9,3% ni tashkil etdi. Grant va sharh maqolalari mos ravishda 7,1% va 6,7% ni tashkil etdi. Qo'shimcha nashr turlari umumiy maqolalarning 13% ni tashkil etdi.



Rasm 3. Hujjat turlari.

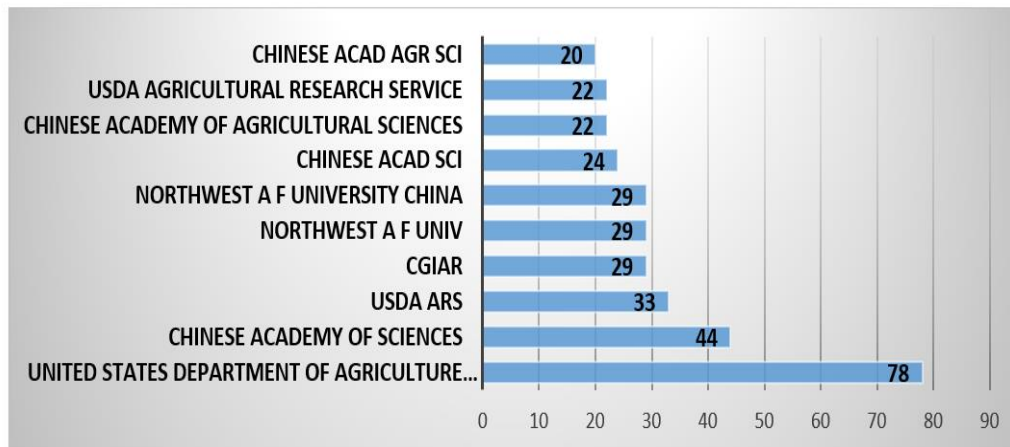
3.3. Eng faol tashkilotlar.

Filiallar darajasi asosan maqolalar soniga qarab belgilanadi va bog'lanishlar reytingi asosan ushbu muassasa tadqiqotchilari tomonidan jahon miqyosida chop etilgan maqolalarning sifatiga asoslanadi. Biz tadqiqot davrida eng faol birlashmalarni tanladik, ularda 10 ta eng faol tashkilot jami 330 ta maqola chop etdi, bu jami 36,2% ni tashkil etadi. Biz ushbu eng faol 10 ta tashkilotni yana 3 ta davrga ajratdik. 4-rasmda eng yaxshi muassasalar ro'yxati ko'rsatilgan.

Birinchi davrlar eng faol AQSh Qishloq xo'jaligi departamenti USDA bo'lib, jami 8,6% maqolaga ega. Xitoy Fanlar akademiyasi barcha maqolalardan 4,8% ulushga ega. USDA qishloq xo'jaligi tadqiqot xizmati (ARS) 3,6% maqolalar qildi.

Ikkinchi davrlarda Xalqaro tadqiqotlar bo'yicha maslahat guruhi (CGIAR), Shimoli-g'arbiy qishloq xo'jaligi va o'rmon xo'jaligi universiteti (Shimoliy-g'arbiy A F UNIV) va Xitoy shimoli-g'arbiy qishloq xo'jaligi va o'rmon xo'jaligi universiteti 3,2% ni tashkil etdi.

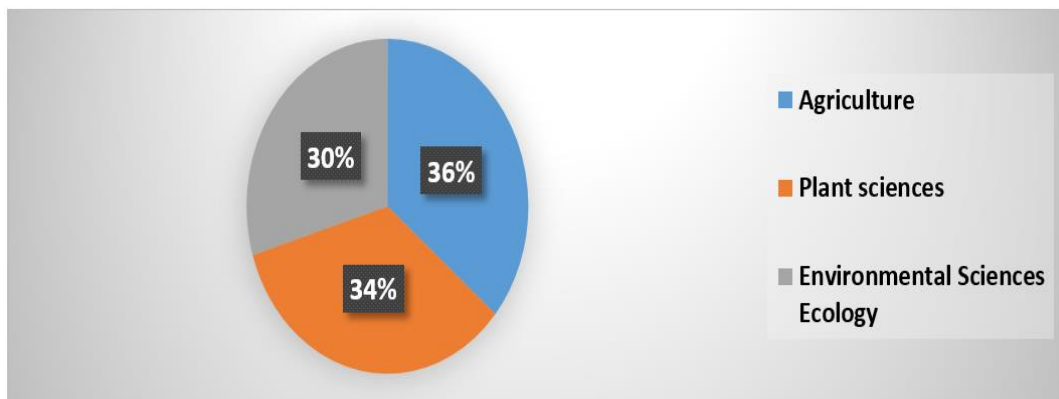
Uchinchi davrlarda Xitoy Fanlar akademiyasi, Xitoy Qishloq xo'jaligi fanlari akademiyasi, USDA Qishloq xo'jaligi tadqiqot xizmati va Xitoy Qishloq xo'jaligi fanlari akademiyasining tashkilotlari 2,6%, 2,4% va 2,2% tashkil etdi.



4-rasm. Tadqiqot masalasi bo'yicha eng faol tashkilotlar.

3.4. Tanlangan mavzu bo'yicha tadqiqot yo'nalishlari.

Web of Science ma'lumotlar bazasida bir necha turdagi mavzular mavjud bo'lib, ularda har bir mavzu bo'limi o'z mavzusi va sarlavhasiga asoslangan maqolalarni o'z ichiga oladi. Tanlangan tadqiqot bo'yicha chop etilgan maqolalar uchun tanlangan eng dolzarb tadqiqot yo'nalishlari 5-rasmda ko'rsatilgan. Bu soha shu qadar keng tarqalganki, u bir vaqtning o'zida bir nechta sohalarni qamrab oladi. Biz 906 ta maqola uchun eng faol 3 ta sohani tanladik, bu yerda eng mashhur tadqiqot yo'nalishi qishloq xo'jaligidir. O'simlikshunoslik ikkinchi o'rinni egalladi, chunki tanlangan mavzu bo'yicha kalit so'zlar ham o'simlikshunoslik bilan bog'liq edi. Qishloq xo'jaligini o'rganishda iqlim o'zgarishini hisobga olish katta ahamiyatga ega. Shu sababli, Atrof-muhit fanlari ekologiya sohasi bizning tadqiqotimizda etakchi yo'nalishlardan biri edi.



5-rasm. Asosiy mavzular.

3.5. Eng faol mualliflar.

Tadqiqotlar natijasida biz 906 ta nashr etilgan maqolalarning maqolalarini nashr etishda qatnashgan jami 200 ta muallifni aniqlashimiz mumkin. Ulardan eng faol 10 nafar tadqiqotchini tanlab oldik va maqolalar soniga qarab ularni 3 toifaga ajratdik. Birinchi toifadagi Li.Y, Chjan Y va Li.J nashrlari 3,7% ni tashkil etdi. Mualliflar Liu,Y, Siddique Kadambotlarning ilmiy ishlari soni. H.M. Ikkinchi toifadagi Siddiq Khm va Chjan J har biri 8 ta maqola chop etishdi. Keyingi toifa vakillari Fischer.M va Fischer Milan tomonidan chop etilgan maqolalar soni jami 1,5% ni tashkil etdi va bu ko'rsatkich nisbatan past

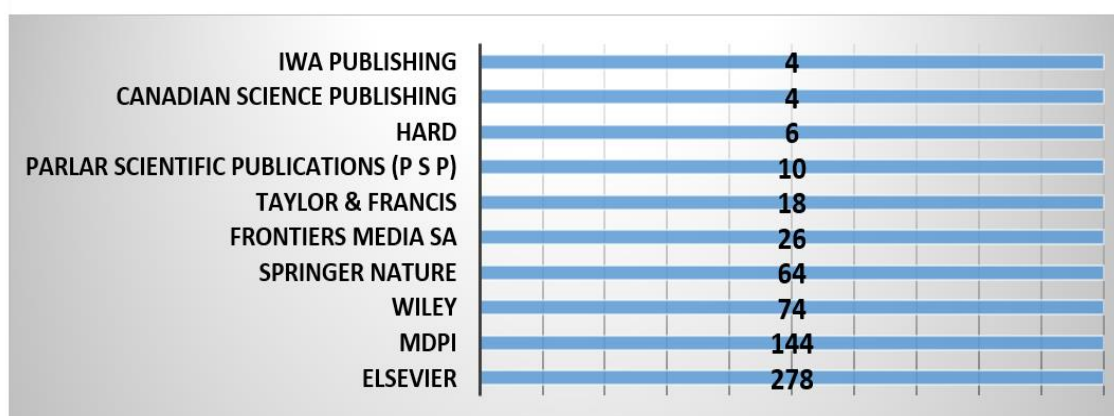
bo'lishiga qaramay, ular asosiy masalalarni qamrab oluvchi tegishli nashrlar hisoblanadi. Tanlangan eng kuchli mualliflarning maqolalarining umumiy soni 80 tani tashkil etib, 8,8% ni tashkil etdi.



6-rasm. Eng yaxshi mualliflar

3.6. Eng yaxshi nashriyotchilar.

Maqolalarni chop etishda nashriyotlar katta ahamiyatga ega. Chunki ular yaxshi obro'ga ega va ma'lumotlar bazalarida indekslanadi. Har bir tadqiqotchi o'z maqolalarini yuqori sifatli jurnallarda nashr etishni xohlaydi. Biz 7-rasmda ko'rsatilgan kamida to'rtta maqolaga ega 10 ta eng yaxshi nashrlarni tanladik. Elsevier umumiy maqolalarning deyarli uchdan bir qismi bilan yetakchi o'rinlarni egalladi. MDPI 15,8% ulush bilan keyingi o'rinni egalladi. Wiley va Springer Nature jami 15% ulush bilan orqada qoldi. Publishers Frontiers Media Sa, Taylor & Francis va Parlar Scientific Publications (PSP) birgalikda 6% hissa qo'shgan. Oxirgi o'rinlarda Hard, Canadian Science Publishing va Iwa Publishing umumiy maqolalar sonining 1,5% ni tashkil etdi. Bu ko'rsatkich nisbatan kamroq bo'lishiga qaramay, u eng yaxshi 10 nashriyotga kirishga muvaffaq bo'ldi. Natijalarimizdan ko'rinib turibdiki, nashrlarning har biri kamida 0,4 foizdan maksimal 30,6 foizgacha ulushga ega.



7-rasm. Eng faol nashriyotlar.

3.7. Moliyalashtirish manbai.

Fanni moliyaviy qo'llab-quvvatlash juda muhim. Biz eng faol homiylar ro'yxatini va 8-rasmda ko'rsatilgan joyni tahlil qildik. Biz eng faol homiylarni 4 qismga ajratdik.

Birinchi qism Amerika Qo'shma Shtatlari Qishloq xo'jaligi USDA Departamenti va Xitoy Milliy Tabiiy Fanlar Jamg'armasi NSFCdan iborat bo'lib, ushbu homiylar maqolalar

soni bo'yicha bir-biriga yaqin bo'lganligi sababli ular bir qismga bo'lingan va 17,5% ni tashkil etgan.

Ikkinchi bo'lim USDA qishloq xo'jaligi tadqiqotlari xizmati va Evropa Ittifoqi agentliklari jami 7,8% maqolalar uchun homiylik qildi.

Uchinchi qismning tashkilotlari - Xitoyning Milliy asosiy tadqiqotlarni rivojlantirish dasturi, Milliy oziq-ovqat va qishloq xo'jaligi instituti va NSF Milliy fan fondi, bu umumiy miqdorning 8,1% ni tashkil etdi.

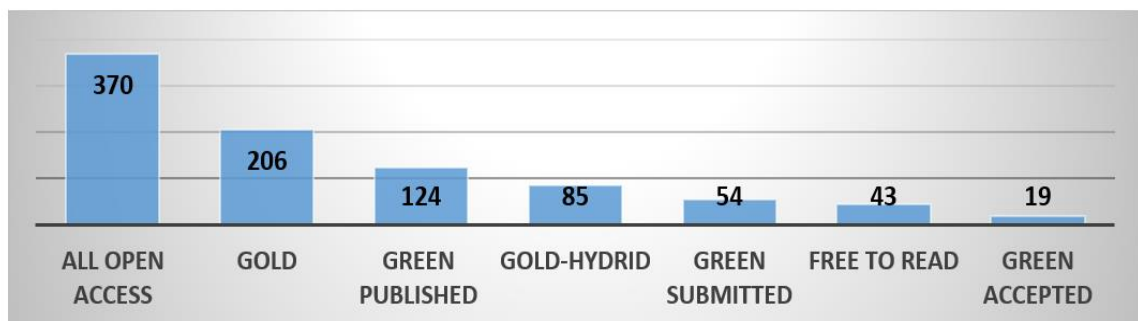
To'rtinchi qismda Ispaniya hukumati, CGIAR va UK Research Innovation UKRI homiylari umumiy miqdorning 4,9 foizini oldi. 10 ta eng yaxshi moliyalash agentliklari orasida amerikalik va xitoylik homiylar rahbariyatini ta'kidlash joiz.



8. Top moliyalashtiruvchi agentliklar.

3.8. Hujjatlarga kirish imkoniyati.

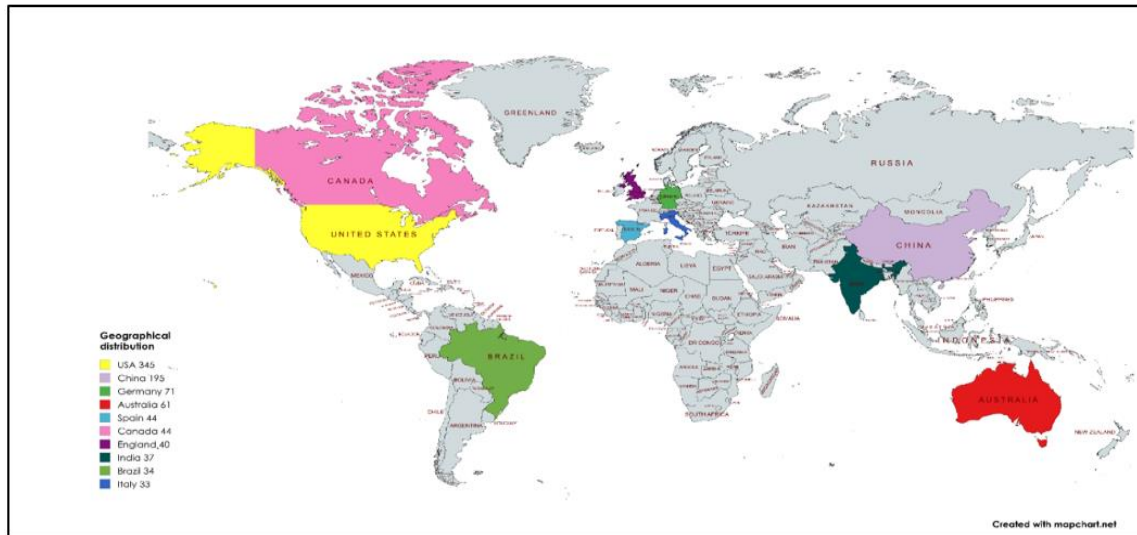
Ularni nashr qilish va ishlatishda ochiq manbali maqolalarga ega bo'lish katta ahamiyatga ega. Ochiq manbali maqolalardan foydalanish bizga havolalar olish va qo'shimcha ma'lumot olish kabi bir qancha imkoniyatlarni beradi. Tadqiqot natijalariga ko'ra aniqlangan ma'lumotlarni 9-rasmda ko'rishingiz mumkin. Barcha ochiq turdagi maqolalar soni 40,8% ni tashkil etdi. Oltin 22,7% va yashil nashr 13,6%. Gold-Hydrid va Green Submitted 9,3 va 5,9% ni tashkil etdi. Keyingi o'rinlarda “O‘qish uchun bepul” va “Yashil qabul qilinganlar” mos ravishda 4,7 va 2 foizni tashkil etdi. Ko'rinib turibdiki, ochiq turdagi maqolalarning har biri 2%, 40,8% ko'rsatkichlarini ko'rsatgan.



9. Access.

3.9. Tadqiqot masalasining geografik taqsimoti mamlakatlarning ulushi bo'ldi. Tanlangan mavzuning dunyo yuzida qanchalik dolzarbligini aniqlash uchun tahlil qilinadi. Biz tanlagan 10 ta davlat va maqolalar sonini 10-rasmda ko'rishingiz mumkin. Tadqiqot

natijalariga ko‘ra, jami ulushning 38% bilan AQSh yetakchilik qilmoqda, 21,5% bilan Xitoy Xalq Respublikasi. Germaniya va Avstraliya 7,8%, har biri 6,7%, maqolalar soni bir xil bo‘lgan. Keyingi mamlakatlar Ispaniya va Kanada bo‘lib, ularning har biri maqolalar umumiy sonining 4,8% ni tashkil etdi va oxirgi mamlakatlar Angliya, Hindiston, Braziliya va Italiya edi. Bu mamlakatlarning o‘rtacha ko‘rsatkichi 4,4%, 4,1%, 3,7% va 3,6%ni tashkil etdi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra tanlangan mavzu bo‘yicha rivojlangan davlatlar yetakchilik qilmoqda. Ulardan AQSh va Xitoy eng kuchli davlatlar qatoriga kirgan.



10. Tanlangan masala bo'yicha eng faol davlatlar.

4. Munozara

Suv tanqisligi muammosi. Har qanday iqlim sharoitida suv tanqisligi, ko'proq o'zgaruvchan yog'ingarchilik bilan azotning yuqori potentsial yo'qotilishi, suv tanqisligi ostida yanada murakkab ekin ekish tuproqlarida qoldiq nitrat konsentratsiyasining yuqoriligi bilan izohlanadi. Biroq, ba'zi narsalarni hisobga olish kerak. Birinchidan, dala sharoitida qishki qoplamali ekinlarni o'z ichiga olgan ekish usullari to'ldirish imkoniyatiga ega. Tuproqda qolgan noorganik azot bahorgi yomg'irdan oldin, ya'ni azotning sezilarli darajada yuvilishi tez-tez sodir bo'ladi. Ikkinchidan, bu tuproqlar yig'ilgan tajribaning maqsadi tashqi ma'lumotlardan foydalanmasdan almashlab ekishning murakkabligini baholash edi (Bowles va boshqalar, 2022).

Qishloq xo'jaligida almashlab ekishning o'rni. Ikki yillik dala ma'lumotlari bilan qisqa muddatli almashlab ekish tajribasi muayyan ob-havo sharoitlarining oldindan aytib bo'lmaydigan ta'siriga va o'rganilayotgan almashlab ekishdan oldin o'stirilgan ekinlarning ta'siriga sezgir (Wienforth va boshqalar, 2018). Natijalar kompleks almashlab ekish yoki qisqa muddatli almashlab ekishni amalga oshirishda suv tanqisligi sharoitlari, iqlim o'zgarishi, qurg'oqchilik va yog'ingarchilik balansini hisobga olish muhimligini ko'rsatmoqda. Hozirgi vaqtda jahon qishloq xo'jaligi muammolarini o'rganish va shular asosida ilmiy tadqiqot ishlarini olib borish maqsadga muvofiqdir

XULOSA

Ushbu tadqiqot sohasiga taalluqli tendentsiyalar va asosiy ishtirokchilarni tahlil qilish. Bibliometrik tahlillar turli hujjatlar turlarini, mualliflarni, ularning uyushmalarini,

moliyalash agentliklarini, nashriyot turlarini va mamlakatlarni tahlil qilish uchun ishlatilgan. Shu bilan birga, ushbu tadqiqot sohasining holati va tendentsiyalari ko'rib chiqildi. 2011 va 2024 yillar oralig'idagi eng yuqori ko'rsatkich 2023 yilga to'g'ri keldi. Bu yillar oralig'ida tendentsiyalar o'zgarib bormoqda. Biroq, so'nggi 4 yil ichida ba'zi o'sish tendentsiyalarini ko'rish mumkin. Bu tadqiqotning ahamiyati ortib borayotganidan dalolat beradi. Maqolalar va dissertatsiyalar eng yaxshi hujjat turlari deb topildi. Maqolalardan 739 ta, dissertatsiyalardan 85 ta iqtiboslar keltirilgan. Amerika Qo'shma Shtatlari Qishloq xo'jaligi Departamenti USDA (78) va Xitoy Fanlar Akademiyasi (44) eng yaxshi aloqadorliklari tanlangan mavzu bo'yicha etakchi tashkilotlardir. Bu sohani birinchi marta o'rganmoqchi bo'lgan tadqiqotchilar AQSh va Xitoyning eng yirik tashkilotlariga murojaat qilsalar, ko'proq ma'lumotga ega bo'lishadi

REFERENCE:

1. Abdikairov B, Juliev M, Kholmurodova M (2024) Analyses and assessment of soil salinity modeling: review of papers from Scopus database. *Journ Geol, Geogr, and Geoec.* 33(4):647–661. <https://doi.org/10.15421/112459>
2. Araya A, Prasad PVV, Ciampitti IA, Jha PK (2021) Using crop simulation model to evaluate influence of water management practices and multiple cropping systems on crop yields: A case study for Ethiopian highlands. *FIELD CROPS RESEARCH* 260:108004. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.108004>
3. Badhan S, Kole P, Ball A, Mantri N (2018) RNA sequencing of leaf tissues from two contrasting chickpea genotypes reveals mechanisms for drought tolerance. *PLANT PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY* 129:295–304. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2018.06.007>
4. Balko C, Torres AM, Gutierrez N (2023) Variability in drought stress response in a panel of 100 faba bean genotypes. *FRONTIERS IN PLANT SCIENCE* 14:1236147. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1236147>
5. Bowles TM, Jilling A, Moran-Rivera K, Schneck J, Grandy AS (2022) Crop rotational complexity affects plant-soil nitrogen cycling during water deficit. *SOIL BIOLOGY & BIOCHEMISTRY* 166:108552. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2022.108552>
6. Franzluebbers AJ, Stuedemann JA (2014) Crop and cattle production responses to tillage and cover crop management in an integrated crop-livestock system in the southeastern USA. *EUROPEAN JOURNAL OF AGRONOMY* 57:62–70. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.05.009>
7. Saliendra NZ, Liebig MA, Kronberg SL (2018) Carbon use efficiency of hayed alfalfa and grass pastures in a semiarid environment. *ECOSPHERE* 9(3):e02147. <https://doi.org/10.1002/ecs2.2147>
8. Luna IM, Fernandez-Quintanilla C, Dorado J (2020) Is Pasture Cropping a Valid Weed Management Tool? *PLANTS-BASEL* 9(2):135. <https://doi.org/10.3390/plants9020135>

9. Wannasek L, Ortner M, Amon B, Amon T (2017) Sorghum, a sustainable feedstock for biogas production? Impact of climate, variety and harvesting time on maturity and biomass yield. *BIOMASS & BIOENERGY* 106:137–145. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2017.08.031>
10. Whippo CW, Saliendra NZ, Liebig MA (2024) Cover crop inclusion and residue retention improves soybean production and physiology in drought conditions. *HELIYON* 10(8):e29838. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29838>
11. Wienforth B, Kniess A, Boettcher U, Herrmann A, Sieling K, Taube F, Kage H (2018) Evaluating Bioenergy Cropping Systems towards Productivity and Resource Use Efficiencies: An Analysis Based on Field Experiments and Simulation Modelling. *AGRONOMY-BASEL* 8(7):117. <https://doi.org/10.3390/agronomy8070117>
12. Wu R-S, Liu J-S, Chang S-Y, Hussain F (2017) Modeling of Mixed Crop Field Water Demand and a Smart Irrigation System. *WATER* 9(11):885. <https://doi.org/10.3390/w9110885>
13. Yang D, Liu Y, Wang J (2025) Trade-offs and synergies of food-water-land benefits for crop rotation optimization in Northeast China. *AGRICULTURE ECOSYSTEMS & ENVIRONMENT* 379:109377. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2024.109377>
14. Zalesny RS, Donner DM, Coyle DR, Headlee WL (2012) An approach for siting poplar energy production systems to increase productivity and associated ecosystem services. *FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT* 284:45–58. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.07.022>
15. Zhang Y, Qu H, Yang X, Wang M, Qin N, Zou Y (2020) Cropping system optimization for drought prevention and disaster reduction with a risk assessment model in Sichuan Province. *GLOBAL ECOLOGY AND CONSERVATION* 23:e01095. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01095>