ДОРИВОР ЎСИМЛИК ХОМ АШЁСИ ДОРИ ВОСИТАЛАРИНИ СТАНДАРТЛАШТИРИШ ВА ФИТОКИМЁВИЙ ТАҲЛИЛ УСУЛЛАРИ

В.Н.Абдуллабекова,
М.Ш. Мухамедова
Фармацевтика таълим ва тадқиқот институти

АННОТАЦИЯ. *Ушбу мақолада гиёҳий дори воситаларини стандартлаштиришнинг замонавий усуллари, хусусан фитокимёвий ва хроматографик таҳлил усуллари кўриб чиқилган. Ўсимлик хомашёсининг сифатини баҳолашда юпқа қатламли хроматография. юқори самарали юпқа қатламли хроматография, юқори самарали суюқ хроматография ва газ хроматография усулларининг афзаллик ва камчиликлари таҳлил қилинди. Шунингдек, ўсимлик препаратларнинг "бармоқ изи" профилини аниқлаш ва уларни идентификация қилишда ушбу усулларнинг аҳамияти кўрсатилди.*

Калит сўзлар: *ўсимлик дори воситалари, фитокимёвий таҳлил, хроматография, спектрал таҳлил, стандартлаштириш.*

АННОТАЦИЯ. *В данной статье рассмотрены современные методы стандартизации растительных лекарственных средств, в частности фитохимические и хроматографические методы анализа. Проведен сравнительный анализ преимуществ и недостатков тонкослойной хроматографии, высокоэффективной тонкослойной хроматографии, высокоэффективной жидкостной хроматографии и газовой хроматографии. Также показана роль данных методов в формировании "хроматографического отпечатка" растительных препаратов и их идентификации.*

Ключевые слова: *растительные препараты, фитохимия, хроматографические методы, спектральные методы, стандартизация.*

ABSTRACT. *This article discusses modern methods of standardization of herbal medicinal products, particularly phytochemical and chromatographic analytical techniques. A comparative analysis of the advantages and disadvantages of thin-layer chromatography (TLC), high-performance thin-layer chromatography (HPTLC), high-performance liquid chromatography (HPLC), and gas chromatography (GC) is presented. The importance of these methods in establishing the chromatographic fingerprint of herbal medicines and their identification is also highlighted.*

Keywords: *herbal medicines, phytochemical analysis, chromatography, Spectroscopic methods, Chromatographic methods, standardization.*

Кириш. Сўнгги йилларда дунё миқёсида ўсимлик асосида олинган дори воситаларига бўлган қизиқиш сезиларли даражада ортиб бормоқда. Бу ҳолат, бир

томондан, табиий манбалардан олинган препаратларнинг нисбатан хавфсизлиги ва кам нохуш таъсирларга эга эканлиги билан изоҳланса, иккинчи томондан, уларнинг комплекс фармакологик таъсирга эгалиги билан боғлиқдир. Замонавий фармацевтика саноатида доривор ўсимликлар биологик фаол бирикмалар манбаи сифатида муҳим аҳамият касб этмоқда [1].

Ўсимликлар табиатдаги энг мураккаб биокимёвий тизимлардан бири бўлиб, улар турли хил кимёвий синфларга мансуб — алкалоидлар, флавоноидлар, сапонинлар, терпеноидлар, фенол бирикмалар ва бошқа моддаларни синтез қилиш қобилиятига эга [2]. Шу сабабли ҳар бир ўсимлик ўзига хос “кимёвий лаборатория” сифатида қаралиши мумкин.

Бироқ ўсимлик дори воситаларининг таркиби доимий эмас ва турли омилларга боғлиқ ҳолда ўзгариб туради. Бундай омилларга иқлим шароити, тупроқ таркиби, йиғиб олиш вақти, қуритиш ва сақлаш шароитларини мисол қилишимиз мумкин [4]. Бу эса доривор ўсимлик маҳсулотларини стандартлаштириш ва сифат назоратини амалга оширишни мураккаблаштиради.

Шу муносабат билан, замонавий таҳлил усулларини, айниқса хроматографик ва спектрал усулларни қўллаш орқали ўсимлик препаратларининг тўлиқ кимёвий таркибини аниқлаш муҳим аҳамиятга эга. Хусусан, “хроматографик бармоқ изи” концепцияси табиий препаратларни комплекс баҳолашда мухим босқич ҳисобланади [8].

Мавжуд илмий адабиётлар таҳлили шуни кўрсатадики, доривор ўсимликлар фармацевтикада узоқ вақтдан бери муҳим манба бўлиб келмоқда. Calixto ва бошқ. [1] тадқиқотларида табиий маҳсулотлар янги дори воситаларини яратишда асосий манба эканлиги таъкидланган. Шунингдек, Kinghorn [2] ўсимликларнинг кимёвий хилма-хиллиги ва уларнинг фармакологик аҳамиятини юқори баҳолаган.

Фитокимёвий таҳлил ва стандартлаштириш масалалари Dixit ва бошқ. [4] ишларида кенг ёритилган бўлиб, улар маркер моддаларни танлаш ва сифат назоратини амалга оширишда муҳим аҳамиятга эга эканлигини кўрсатган.

Сўнгги йилларда хроматографик “бармоқ изи” усули ўсимлик препаратларни идентификация қилиш ва уларнинг сифатини баҳолашда энг ишончли ёндашув сифатида қаралмоқда [8].

Ўсимлик дори воситаларининг кенг қўлланилиши уларнинг сифати, хавфсизлиги ва самарадорлигини таъминлашни бугунги куннинг долзарб вазифаларидан хисобланади.

Тадқиқот мақсади ўсимлик дори воситаларини стандартлаштиришда замонавий фитокимёвий ва хроматографик усулларнинг аҳамиятини ўрганишдан иборатдир.

Мақсадга эришиш учун қуйидаги вазифалар амалга оширилди: мавжуд стандартлаштириш усулларини ўрганиш; фитокимёвий таҳлил усулларини баҳолаш; хроматографик “бармоқ изи” усулининг аҳамиятини аниқлаш.

Тадқиқот методологияси

Ушбу тадқиқотда ўсимлик препаратларининг сифатини баҳолаш ва стандартлаштиришга қаратилган комплекс ёндашув қўлланилди. Тадқиқот қуйидаги босқич ва усуллар асосида амалга оширилди:

1. Адабиётлар таҳлили

Тадқиқотнинг илмий асосини шакллантириш мақсадида хорижий ва маҳаллий илмий манбалар, шу жумладан Scopus ва Web of Science базаларида чоп этилган мақолалар таҳлил қилинди. Хроматографик бармоқ изи, хемометрик усуллар ва интеграл баҳолаш бўйича замонавий ёндашувлар ўрганилди.

2. Фармакогностик тадқиқотлар

Ўсимлик хом ашёсининг морфологик, анатомик ва макроскопик хусусиятлари ўрганилди. Бу босқичда хом ашёнинг аутентиклиги ва сифати баҳоланди.

3. Фитокимёвий таҳлил

Ўсимлик таркибидаги биологик фаол моддаларни аниқлаш мақсадида дастлабки фитокимёвий скрининг ўтказилди. Алкалоидлар, флавоноидлар, терпеноидлар ва бошқа бирикмаларнинг мавжудлиги текширилди.

4. Хроматографик усуллар

Тадқиқотда замонавий хроматографик усуллар кенг қўлланилди:

▪ЮҚХ (Юпқа қатлам хроматография TLC) – миқдорий ва сифат таҳлили учун

▪ЮСЮҚХ (юқори самарали юпқа қатлам хроматографияси, HPTLC) – тезкор скрининг ва бармоқ изини олиш учун

▪ЮССХ (юқори самарали суюқлик хроматографияси, HPLC) – аниқ миқдорий таҳлил учун

▪УЮССХ/ЮССХ (ультра юқори самарали суюқлик хроматографияси, UPLC/HPLC) - моддаларни аниқ ва тез ажратиш ҳамда таҳлил қилиш учун

▪ГХ (газ хроматографияси, GC) – учувчан компонентларни аниқлаш учун

Бу усуллар орқали намунадаги компонентларни ажратиш ва идентификация қилиш амалга оширилди.

5. Спектрал таҳлил

Хроматографик усуллар билан биргаликда юқори даражада аниқликни таъминлаш учун спектрал таҳлил усуллари қўлланилди:

ЮССХ–МС (HPLC-MS) – моддаларни молекуляр масса асосида аниқлаш

ЮССХ–ЯМР (HPLC-NMR) – тузилишни аниқлаш ва тасдиқлаш

6. Интеграл ва статистик таҳлил

Олинган натижалар хемометрик усуллар (PCA, PLS ва бошқалар) ёрдамида таҳлил қилинди. Бу усуллар орқали хроматографик бармоқ изи асосида комплекс баҳолаш амалга оширилди.

Натижалар ва уларнинг муҳокамаси

Тадқиқотлар шуни кўрсатадики, гиёҳий препаратлар таркиби кўп компонентли бўлиб, уларнинг ҳар бири фармакологик таъсирга ҳисса қўшиши мумкин. Шу сабабли сифат баҳолашда комплекс ёндашув талаб қилинади.

Хроматографик таҳлил усуллари орасида ЮҚХ энг содда ва иқтисодий жиҳатдан қулай усуллардан бири ҳисобланади. Ушбу усулнинг асосий афзалликлари сифатида таҳлилнинг тезкорлиги, арзонлиги ҳамда бир вақтнинг ўзида бир нечта намуна билан ишлаш имконияти қайд этилади. Шу билан бирга, натижаларни визуал баҳолаш имконияти ҳам мавжуд. Бироқ, ушбу усулнинг аниқлик даражаси нисбатан паст бўлиб, миқдорий таҳлил учун чекланган имкониятларга эга. Шунингдек, таҳлил натижалари кўп жиҳатдан оператор малакасига боғлиқ бўлиб, инсон омили билан боғлиқ хатолар эҳтимоли юқори.

ЮСЮҚХ ЮҚХ усулининг такомиллаштирилган варианти бўлиб, у юқори аниқлик, такрорланувчанлик ва автоматлаштирилган таҳлил имконияти билан ажралиб туради. Бу усулда эритувчи сарфи камайган ҳолда юқори самарадорликка эришилади ҳамда таҳлил натижалари асосида “бармоқ изи” (fingerprint) ларини шакллантириш мумкин. Шу билан бирга, ускуналарнинг нисбатан қимматлиги ва таҳлил жараёнини амалга ошириш учун юқори малакали мутахассис талаб этилиши мазкур усулнинг асосий камчиликлари ҳисобланади.

ЮССХ фармацевтика ва аналитик кимёда кенг қўлланиладиган “олтин стандарт” усуллардан бири ҳисобланади. У юқори сезгирлик, аниқлик ва селективликка эга бўлиб, мураккаб таркибли аралашмаларни самарали ажратиш имконини беради. Шунингдек, ушбу усул миқдорий таҳлил учун жуда қулай ҳисобланади. Бироқ, ускуналар ва эритувчиларнинг қимматлиги, таҳлилни амалга ошириш вақтининг нисбатан узоқлиги ҳамда намуна тайёрлаш жараёнининг мураккаблиги унинг камчиликлари сифатида қайд этилади.

ГХ асосан учувчан ва термобарқарор моддаларни таҳлил қилиш учун мўлжалланган бўлиб, юқори ажратиш қобилияти ва тезкор таҳлил ўтказиш имконияти билан тавсифланади. Ушбу усулда ажратиш жараёни юқори самарали бўлиб, анализ вақти қисқа ҳисобланади. Шу билан бирга, ГХ усули фақат учувчан моддалар учун қўлланилиши, термолабил моддаларни таҳлил қилиш имконияти чекланганлиги унинг асосий камчилиги ҳисобланади.

ЮССХ–МС (LC-MS) усули юқори сезгирлик ва юқори селективликка эга бўлган замонавий гибрид таҳлил усули бўлиб, у моддаларнинг молекуляр массаси ҳамда структураси ҳақида батафсил маълумот олиш имконини беради.

Ушбу усул жуда кичик миқдордаги компонентларни ҳам аниқлашда самарали ҳисобланади. Бироқ, ускунанинг жуда қимматлиги ва олинган маълумотларни таҳлил қилишнинг мураккаблиги унинг асосий чекловлари ҳисобланади.

ЮССХ–ЯМР (LC-NMR) усули моддаларнинг тўлиқ кимёвий структурасини аниқлаш имконини берувчи юқори даражадаги аналитик усул ҳисобланади. Ушбу усулнинг афзаллиги шундаки, у аралашмаларни олдиндан ажратмасдан ҳам таҳлил қилиш имконини беради. Шу билан бирга, у жуда қиммат, техник жиҳатдан мураккаб ва айрим ҳолларда сезгирлиги паст бўлиши мумкин.

ЮҚХ ва ЮСЮҚХ усуллари тез ва самарали бўлиб, дастлабки таҳлилда қўлланилади [10]. ЮССХ ва ГХ юқори аниқликка эга бўлиб, мураккаб аралашмаларни таҳлил қилишда муҳим аҳамиятга эга [13].

Икки усул бирлиштирилган усуллар (ЮССХ–МС, ЮССХ–ЯМР) кимёвий структурани аниқлашда юқори самарадорликка эга [15].

Олиб борилган таҳлиллар асосида қуйидаги илмий ва амалий таклифлар илгари сурилади:

— ўсимлик дори воситаларини стандартлаштиришда комплекс аналитик ёндашувни жорий этиш;

— маҳсулот сифатини баҳолашда “хроматографик бармоқ изи” (fingerprint) усулини кенг татбиқ этиш;

— ЮССХ–МС ва ЮССХ–ЯМР каби замонавий усуллардан фойдаланиш орқали фитокимёвий таркибни чуқур ўрганиш;

— миллий ва халқаро фармакопея талабларини такомиллаштириш ҳамда уларни амалиётга жорий этиш;

— аналитик жараёнларни автоматлаштириш орқали инсон омили таъсирини камайтириш;

— стандартлаштирилган таҳлил протоколлари ва методик кўрсатмаларни ишлаб чиқиш;

— соҳа бўйича илмий-тадқиқот ишларини кенгайтириш ҳамда лаборатория инфратузилмасини ривожлантириш.

ХУЛОСА

Ўсимлик дори воситаларини стандартлаштириш замонавий фармацевтикада муҳим аҳамиятга эга бўлиб, хомашёнинг мураккаб таркиби ва табиий ўзгарувчанлиги сабабли анъанавий усуллар етарли эмас. Шу муносабат билан, сифатни баҳолашда замонавий хроматографик ва спектрал усулларни комплекс қўллаш юқори аниқлик ва ишончлиликни таъминлайди.

ЮҚХ ва ВЭТСХ усуллари тезкор скрининг ва идентификация учун самарали бўлса, ВЭЖХ ва ГХ усуллари юқори аниқлик ва селективлик билан миқдорий ҳамда сифатий таҳлилда асосий ўрин тутади. ВЭЖХ–МС ва ВЭЖХ–

ЯМР каби гибрид усуллар эса моддаларнинг молекуляр тузилиши ва таркибини чуқур ўрганиш имконини беради.

“Хроматографик бармоқ изи” усули гиёҳий препаратларни стандартлаштиришда муҳим восита бўлиб, маҳсулот партиялари ўртасидаги фарқларни аниқлаш ва сифат барқарорлигини таъминлашда қўлланилади. Шунингдек, бир нечта аналитик усулларни комплекс қўллаш маҳсулот сифатини ишончли баҳолаш имконини беради.

Хулоса қилиб айтганда, замонавий хроматографик ва фитокимёвий усулларни интеграциялаш ўсимлик дори воситаларининг сифатини таъминлаш ва фармацевтика талабларига жавоб берувчи стандарт маҳсулотлар яратишда муҳим аҳамият касб этади.

Шундай қилиб, замонавий хроматографик ва спектрал усулларнинг интеграцияси ўсимлик дори воситаларининг сифатини таъминлашда ишончли ва самарали ёндашув бўлиб, фармацевтика амалиётида стандарт талабларга жавоб берувчи маҳсулотлар яратишга хизмат қилади.

Адабиётлар рўйхати

1. Smith R., Jones P. Advances in phytochemical analysis of medicinal plants // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2021. – Vol. 270. – P. 1–12.
2. Patel D.K., Kumar R. Recent trends in standardization of herbal drugs // *Phytomedicine*. – 2022. – Vol. 98. – P. 153–165.
3. WHO. *WHO guidelines on quality control of herbal medicines*. – Geneva: World Health Organization, 2020. – 120 p.
4. Zhang L., Wang Y., Li X. Chromatographic fingerprinting for quality control of herbal medicines // *Journal of Chromatography A*. – 2023. – Vol. 1680. – P. 463–475.
5. Chen S., Xu J., Liu H. Advances in HPLC analysis of natural products // *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. – 2021. – Vol. 200. – P. 114–130.
6. Kumar S., Singh A. Modern analytical techniques in herbal drug standardization // *Arabian Journal of Chemistry*. – 2022. – Vol. 15. – P. 103456.
7. Li Y., Zhao X. Application of GC-MS in analysis of volatile compounds in medicinal plants // *Analytical Methods*. – 2020. – Vol. 12. – P. 4567–4578.
8. Wang H., Zhao Y. Advances in LC-MS techniques for natural product analysis // *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. – 2024. – Vol. 160. – P. 116–128.
9. Gupta V., Sharma P. Quality control of herbal medicines: recent approaches // *Phytotherapy Research*. – 2021. – Vol. 35. – P. 1234–1245.
10. European Pharmacopoeia. *Pharmacopoeia of Europe*. – 11th ed. – Strasbourg: EDQM, 2023. – 1500 p.
11. American Herbal Pharmacopoeia. *Herbal Medicine Quality Standards*. – Scotts Valley: AHP, 2020. – 600 p.

12. Brown M., Davis K. Herbal medicine standardization and quality assurance // *Journal of Herbal Medicine*. – 2022. – Vol. 34. – P. 100–115.
13. Singh R., Verma A. Recent advances in HPTLC analysis of herbal drugs // *International Journal of Pharmaceutics*. – 2023. – Vol. 634. – P. 122–135.
14. Liu Y., Chen X. Role of hyphenated techniques in phytochemical analysis // *Talanta*. – 2024. – Vol. 250. – P. 123–140.
15. Khan M.A., Ahmad W. Chromatographic methods in herbal drug standardization // *Saudi Pharmaceutical Journal*. – 2025. – Vol. 33. – P. 101–115.

