



## ЧАРМ САНОАТИ ЧИКИНДИЛАРИНИ ҚАЙТА ИШЛАШ АСОСИДА ҚЎШИМЧА ҚИЙМАТЛИ МАҲСУЛОТЛАР ОЛИШ: ЗАМОНАВИЙ ТЕХНОЛОГИЯЛАР, МУАММОЛАР ВА ИСТИҚБОЛЛАР

*Гайибова Д.Г., Эргашев О.К.*

*Наманган давлат техника университети*

**Аннотация.** Чарм саноатида хом терига ишлов бериш жараёни катта ҳажмда органик ва минерал таркибли қаттиқ ҳамда суюқ чиқиндилар ҳосил бўлиши билан тавсифланади. Уларни анъанавий равишда зарарсизлантириш экологик юklamани камайтиришга қаратилган бўлса, замонавий ёндашув чиқиндиларни коллаген, кератин, липидлар ва минерал компонентлар манбаи сифатида қайта баҳолашни назарда тутди. Ушбу ишнинг мақсади чарм саноати иккиламчи хом ашёларининг таркиби ва уларни қўшимча қийматли маҳсулотларга айлантириш технологияларини таҳлил қилиш, усулларнинг афзаллик ва чекловларини қиёсий баҳолашдан иборат. Таҳлил натижалари кимёвий ва ишқорий гидролиз, ферментатив парчалаш, биотехнологик ёндошув, хромни ажратиш олиш ҳамда коллаген асосидаги материаллар ишлаб чиқариш энг кўп учрайдиган йўналишлар эканини кўрсатди. Ферментатив ёндашувлар нисбатан юмшоқ шароит ва маҳсулот сифатини сақлаш имконияти билан, ишқорий гидролиз эса технологик соддалиги ва самарадорлиги билан ажралиб туради.

**Калит сўзлар:** чарм саноати чиқиндилари, коллаген, гидролиз, хром, валоризация, айланма иқтисодиёт, иккиламчи хом ашё.

**1. Кириш.** Бугунги кунда саноат чиқиндиларини қайта ишлаш ва улар асосида қўшимча қийматли маҳсулотлар олиш ресурслардан самарали фойдаланишнинг муҳим йўналишларидан бири ҳисобланади. Айланма иқтисодиёт концепцияси чиқиндилар ҳажмини камайтириш, материалларни ишлаб чиқариш занжирига қайта киритиш ва бирламчи ресурсларга бўлган эҳтиёжни пасайтиришни назарда тутди [1, 2]. Чарм саноати ушбу нуқтаи назардан алоҳида аҳамиятга эга, чунки хом терига ишлов бериш жараёнида катта ҳажмда органик моддаларга бой, шунингдек хром, сульфид ва бошқа технологик реагентлар қолдиқларини сақлаши мумкин бўлган чиқиндилар ҳосил бўлади.

Хом чармга ишлов беришда чарм кесимлари, тери ости тўқималари, хромли қирриндилар, шлифовка чанги ва бошқа оксилли чиқиндилар шаклланади. FAO маълумотларида 1 тонна хом терига ишлов бериш жараёнида тайёрлов босқичларида

тахминан 190 кг гача чиқинди, шунингдек 215 кг гача чарм қириндилари ва шлифовка чанги ҳосил бўлиши мумкинлиги кўрсатилган [3]. Ушбу материалларнинг муҳим қисми коллаген, кератин, липидлар ва минерал компонентлардан ташкил топган бўлиб, уларни фақат чиқинди эмас, балки қимматли иккиламчи хом ашё сифатида кўриб чиқиш имконини беради [4–6].

Чарм саноати чиқиндиларини қайта ишлаш бўйича кимёвий, физик-кимёвий, ферментатив ва биотехнологик усуллар ишлаб чиқилган. Уларнинг ёрдамида коллаген гидролизати, желатин, органик ўғитлар, сорбентлар, биополимер композициялар ва бошқа техник маҳсулотлар олиш мумкин [6–10]. Шунга қарамай, хром қолдиқларини камайтириш, оксил тузилишини сақлаш, реагент ва энергия сарфини оптималлаштириш, маҳсулот сифати ҳамда иқтисодий самарадорликни таъминлаш билан боғлиқ масалалар тўлиқ ҳал этилмаган [5, 10–12].

Шу муносабат билан мазкур ишнинг мақсади чарм саноати иккиламчи хом ашёларининг турлари ва ресурс салоҳиятини умумлаштириш, уларни қайта ишлашнинг асосий технологияларини қиёсий таҳлил қилиш, мавжуд чекловларни аниқлаш ҳамда айланма иқтисодиёт нуқтаи назаридан истиқболли йўналишларни белгилашдан иборат.

## **2. Материаллар ва усуллар**

### **2.1. Шарҳ дизайни ва далиллар базаси**

Мазкур иш нарратив адабиёт шарҳи шаклида тайёрланди. Таҳлил доирасига илмий мақолалар, монографиялар ва халқаро ташкилотлар ҳисоботларидан иборат 13 та такрорланмайдиган манба киритилди. Ушбу манбалар 1998–2023 йилларда чоп этилган бўлиб, чарм саноати чиқиндиларининг ҳосил бўлиши, кимёвий таркиби, коллагенни ажратиш олиш, гидролиз, биотехнологик қайта ишлаш, хромни камайтириш ва қўшимча қийматли маҳсулотлар олиш масалаларини қамраб олади [1–13].

### **2.2. Маълумотларни гуруҳлаш ва қиёсий таҳлил**

Манбалардан олинган маълумотлар тўртта асосий йўналиш бўйича гуруҳланди: (i) иккиламчи хом ашё турлари ва уларнинг таркиби; (ii) кимёвий ва ишқорий гидролиз; (iii) ферментатив ва биотехнологик қайта ишлаш; (iv) хром сақловчи чиқиндиларни зарарсизлантириш ва қўшимча қийматли маҳсулотлар олиш. Технологиялар қўлланиш шароити, мақсадли маҳсулот, экологик хавфсизлик, маҳсулот сифати ва саноат миқёсида жорий этишга таъсир қилувчи чекловлар бўйича сифат жиҳатидан солиштирилди. Манбаларнинг методологик ва технологик гетерогенлиги сабабли миқдорий мета-таҳлил ўтказилмади.

## **3. Натижалар**

### **3.1. Чарм саноати иккиламчи хом ашёларининг турлари ва таркиби**

Чарм ишлаб чиқариш кўп босқичли технологик жараён бўлиб, унинг турли босқичларида каттиқ, ярим каттиқ ва суяқ чиқиндилар ҳосил бўлади. Айрим манбаларда хом ашёнинг 60–70% гача қисми турли чиқинди оқимларига ўтиши қайд этилган [1]. Ушбу чиқиндилар таркиби ишлов бериш босқичига боғлиқ равишда фарқ

қилади, аммо уларнинг катта қисми оксил табиатли компонентлардан ташкил топади [3, 4, 6].

Тери ости тўқималари ва кесимлар таркибида бириктирувчи тўқима, коллаген ва липидлар мавжуд бўлиб, улар оксил гидролизатлари, биогаз ва органик ўғитлар олиш учун хом ашё сифатида кўриб чиқилади [4]. Хром билан ошлашдан кейин ҳосил бўладиган қирриндилар ва чанг эса коллаген билан бир қаторда  $\text{Cr}^{3+}$  бирикмаларини сақлайди. Шу сабабли улардан оксил компонентларини ажратиб олишдан олдин ёки шу жараён билан бирга хромни камайтириш босқичи талаб этилади [5, 6].

Коллаген мазкур иккиламчи ресурсларнинг асосий қимматли компоненти ҳисобланади. У глицин, пролин ва гидроксипролинга бой фибрилляр оксил бўлиб, гидролизат, желатин, композицион материаллар ва бошқа функционал маҳсулотлар олишда технологик аҳамиятга эга [6, 11]. Механик ишлов беришда ҳосил бўладиган майда дисперс чарм чанги ва қолдиқлар эса сорбентлар, полимер композициялар ва биоасосли материаллар учун тўлдирувчи сифатида қўлланилиши мумкин [6, 10].

**1-жадвал. Чарм саноати иккиламчи хом ашёларини валоризация қилишнинг асосий йўналишлари**

| <b>Иккиламчи хом ашё</b>                | <b>Асосий компонент</b>                | <b>Қайта ишлаш ёндашуви</b>               | <b>Мақсадли маҳсулот</b>                        | <b>Асосий чеклов</b>                    |
|-----------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Тери ости тўқималари ва кесимлар        | Коллаген, липидлар                     | Гидролиз, биоконверсия                    | Оксил гидролизати, биоўғит, биогаз              | Хом ашё таркибининг ўзгарувчанлиги      |
| Хромли қирриндилар                      | Коллаген, $\text{Cr}^{3+}$ бирикмалари | Дехромлаш + гидролиз                      | Коллаген гидролизати, техник оксил маҳсулотлари | Хром қолдиғини назорат қилиш            |
| Шлифовка чанги ва майда чарм қолдиқлари | Оксил ва минерал компонентлар          | Композициялаш, сорбцион материал тайёрлаш | Биокомпозит, сорбент, тўлдирувчи                | Дисперслик ва таркибни стандартлаштириш |
| Коллагенга бой оксилли чиқиндилар       | Коллаген                               | Кимёвий ёки ферментатив гидролиз          | Гидролизат, желатин, функционал қўшимчалар      | Маҳсулот сифати ва жараён самарадорлиги |

### **3.2. Кимёвий ва ишқорий гидролиз**

Чарм чиқиндиларини қайта ишлашда энг кенг қўлланиладиган усуллардан бири гидролиз ҳисобланади. Кислота ёки ишқор таъсирида коллаген макромолекуласи қисман парчаланиб, сувда эрийдиган оксил фракциялари ҳосил бўлади. Ишқорий гидролизда  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ёки  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  каби реагентлардан фойдаланиш мумкин [9–11]. Бу ёндашув технологик жиҳатдан нисбатан содда бўлиб, коллаген гидролизати ва айрим ҳолларда желатинсимон маҳсулотлар олишга имкон беради [8–10].

Хромли чарм чиқиндиларини қайта ишлашда дехромлаш босқичи алоҳида аҳамиятга эга. Замонавий ишлардан бирида хромли чарм кесимлари натрий оксалат ёрдамида дехромланиб, кейин юқори босимли гидротермал ишлов орқали коллаген

гидролизати олинган ва у грануланган ўғит тайёрлашда функционал қўшимча сифатида қўлланган [7]. Бу мисол қайта ишлаш жараёнида хромни камайтириш ва оксил фракциясини қўшимча қийматли маҳсулотга йўналтириш мумкинлигини кўрсатади.

### **3.3. Ферментатив ва биотехнологик қайта ишлаш**

Ферментатив гидролизда протеолитик ферментлар коллагенни назорат қилинадиган шароитда парчалайди. Бундай ёндашув кимёвий гидролизга нисбатан юмшоқ муҳитда кечиши ва оксилнинг функционал хусусиятларини яхшироқ сақлаб қолиши билан аҳамиятли [12, 13]. Gargano ва ҳаммуаллифлар тери ошлаш чиқиндиларидан ферментатив йўл билан ажратилган коллагенни паст сифатли чармни қайта ишлашда тўлдирувчи сифатида қўллаш имкониятини кўрсатган [13].

Биотехнологик ёндашувларга органик чиқиндиларнинг анаэроб конверсияси, микроорганизмлар ёки ферментлар иштирокида оксилларни парчалаш ва хром миқдорини камайтириш каби жараёнлар киради [5, 12]. Бундай технологиялар чиқиндиларни биогаз, органик ўғит ёки оксилли хом ашёга айлантириш билан бирга, анъанавий кимёвий ишловнинг экологик юкламасини камайтириш потенциалига эга.

### **3.4. Қўшимча қийматли маҳсулотлар ва материаллар**

Таҳлил қилинган манбалар чарм саноати иккиламчи хом ашёларидан коллаген гидролизати, желатин, ўғитлар, сорбентлар, биополимерлар ва техник оксил маҳсулотлари олиш мумкинлигини кўрсатади [6–10, 13]. Коллаген гидролизатини крахмал, целлюлоза ва бошқа биополимерлар билан бириктириш орқали биопарчаланувчи композицион материаллар тайёрлаш, шунингдек уни ўғит грануляциясида боғловчи ва озуқа компоненти сифатида ишлатиш каби йўналишлар илмий ва амалий қизиқиш уйғотмоқда [7, 10].

Шундай қилиб, чарм саноати чиқиндиларини қайта ишлаш фақат зарарсизлантириш вазифаси билан чекланмайди. Таркибдаги коллаген ва бошқа компонентларни ажратиб олиб, мақсадли маҳсулотга йўналтириш чиқинди оқимларини ресурс оқимига айлантириш ва ишлаб чиқариш циклини ёпиш имконини беради [1, 2].

## **4. Муҳокама**

### **4.1. Қайта ишлаш технологияларининг қиёсий хусусиятлари**

Манбаларни қиёсий таҳлил қилиш чарм саноати чиқиндиларини қайта ишлашда ягона универсал технология мавжуд эмаслигини кўрсатади. Усул танлови хом ашёнинг тури, хром билан ифлосланиш даражаси, олинадиган маҳсулотнинг талаб этиладиган сифати ва саноат шароитига боғлиқ. Ишқорий гидролиз технологик соддалиги ва оксил фракциясини тез ажратиш имконияти билан аҳамиятли; бироқ қаттиқ кимёвий шароит коллаген тузилиши ва маҳсулот хусусиятларига таъсир қилиши, шунингдек реактивлардан кейинги оқимларни бошқаришни талаб қилиши мумкин [8–11].

Ферментатив усуллар эса нисбатан юмшоқ шароитда ишлайди ва юқори сифатли ёки тузилиши яхшироқ сақланган коллаген маҳсулотлари олиш учун қулай [12, 13].

Шу билан бирга, ферментатив жараёнларни саноат миқёсига ўтказишда реакция тезлиги, фермент сарфи, хом ашёга мослаштириш ва иқтисодий самарадорликни оптималлаштириш муҳим. Шу сабабли амалиётда дехромлаш, юмшоқ гидролиз ва маҳсулотни кейинги модификациялашни бирлаштирувчи интеграл схема энг мантиқий ёндашувлардан бири ҳисобланади.

#### **4.2. Хром сақловчи чиқиндилар ва экологик хавфсизлик**

Хромли қирриндилар чарм саноати чиқиндиларини валоризация қилишдаги асосий чекловлардан биридир. Уларда коллаген миқдори юқори бўлиши мумкин, бироқ хром бирикмалари маҳсулотдан фойдаланиш соҳасини чеклайди ва дехромлашнинг ишончли назоратини талаб этади [5–7]. Шу нуқтаи назардан натрий оксалат билан дехромлаш ва кейинги гидротермал қайта ишлаш каби ёндашувлар хромни камайтиришни оксил фракциясини фойдаланишга йўналтириш билан бирлаштириши билан аҳамиятли [7].

Экологик самарадорликни фақат чиқинди массасининг камайиши билан баҳолаш етарли эмас. Реагентлар сарфи, энергия талаби, чиқинди сувлар таркиби, қолдиқ хром миқдори ва олинган маҳсулотнинг хавфсизлиги ҳам умумий технологик баҳолашга киритилиши керак [1, 2, 10]. Шунинг учун келгуси тадқиқотларда жараён самарадорлиги билан бир қаторда моддий баланс, ресурс сарфи ва маҳсулот хавфсизлиги кўрсаткичларини стандартлаштириш муҳим.

#### **4.3. Айланма иқтисодиёт ва Ўзбекистон учун истиқболлар**

Чарм саноати чиқиндиларини комплекс қайта ишлаш айланма иқтисодиёт тамойилларига мос келади, чунки бир ишлаб чиқариш жараёнининг қолдиқлари бошқа маҳсулот учун хом ашёга айлантирилади [1, 2]. Коллаген гидролизатлари, техник желатин, ўғитлар, сорбентлар ва биополимер композициялар импорт ўрнини босувчи маҳсулотлар сифатида ҳам амалий аҳамиятга эга бўлиши мумкин. Бироқ лаборатория натижасидан саноат ечимига ўтиш учун хом ашёни саралаш, дехромлаш даражасини назорат қилиш, маҳсулот таркибини стандартлаштириш ва иқтисодий ҳисоб-китобларни бир тизимга келтириш зарур.

Ўзбекистон шароитида маҳаллий чарм корхоналарида ҳосил бўладиган иккиламчи ресурсларни миқдорий ва кимёвий жиҳатдан инвентаризация қилиш, сўнг уларни алоҳида оқимлар бўйича қайта ишлаш технологияларини пилот миқёсда синовдан ўтказиш мақсадга мувофиқ. Айниқса, коллагенга бой, хромсиз ёки дехромлаш мумкин бўлган фракцияларни қўшимча қийматли маҳсулотларга йўналтириш ресурс тежамкор ишлаб чиқаришни ривожлантириш учун амалий асос бўлиши мумкин.

#### **5. Хулоса**

Таҳлил қилинган манбалар чарм саноати иккиламчи хом ашёлари коллаген, липидлар ва минерал компонентларга бой қимматли ресурс эканини кўрсатади. Уларни қайта ишлашда кимёвий ва ишқорий гидролиз, ферментатив парчалаш, биотехнологик конверсия ва дехромлашга асосланган ёндашувлар асосий технологик йўналишларни ташкил этади. Ишқорий гидролиз технологик соддалиги ва

самарадорлиги билан, ферментатив усуллар эса юмшоқ шароит ва маҳсулот сифатини сақлаш имконияти билан устунлик қилади. Хром сақловчи чиқиндиларда дехромлаш даражаси, маҳсулот хавфсизлиги, энергия ва реагент сарфи, шунингдек стандартлаштириш асосий чекловлар бўлиб қолмоқда. Келгусида дехромлаш, оқсилни ажратиб олиш ва мақсадли маҳсулотга айлантириш босқичларини бирлаштирган комплекс, ресурс-тежамкор технологияларни ишлаб чиқиш мақсадга мувофиқ. Бундай ёндашув чарм саноатининг экологик юкламасини камайитириш, айланма иқтисодиёт механизмларини ривожлантириш ва маҳаллий иккиламчи хом ашё асосида қўшимча қийматли маҳсулотлар ишлаб чиқаришга хизмат қилиши мумкин.

### **Фойдаланилган адабиётлар**

1. Buljan J., Kral I. Introduction to Treatment of Tannery Effluents. Vienna: United Nations Industrial Development Organization (UNIDO); 2011. 87 p.
2. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). Cleaner Production and Circular Economy in the Leather Industry. Vienna: UNIDO Publications; 2020. 112 p.
3. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Management of Leather Processing Wastes. Rome: FAO Corporate Document Repository; 1998. 56 p.
4. Kanagaraj J., Velappan K.C., Babu N.K.C., Sadulla S. Solid wastes generation in the leather industry and its utilization for cleaner environment: a review. Journal of Scientific and Industrial Research. 2006;65:541–548.
5. Thanikaivelan P., Rao J.R., Nair B.U., Ramasami T. Progress and recent trends in biotechnological methods for leather processing. Trends in Biotechnology. 2004;22(4):181–188.
6. Sundar V.J., Muralidharan C., Mandal A.B. Recovery and utilization of proteinous wastes of leather making: a review. Reviews in Environmental Science and Biotechnology. 2011;10:151–163.
7. Chen H., Li Y., Dai H., Chen L., Ding X., Hu Z. Collagen hydrolyzed extract derived from leather waste as a multifunctional additive for the preparation of granular fertilizer. Sustainable Chemistry and Pharmacy. 2023;36:101327. doi:10.1016/j.scp.2023.101327.
8. Cabeza L.F., Taylor M.M., DiMaio G.L. Processing of leather waste for production of value added products. Journal of the American Leather Chemists Association. 1998;93:61–68.
9. Orliac O., Bacchin P., Mougin C. Utilization of collagen hydrolysates obtained from leather waste. Industrial Crops and Products. 2003;18:131–142.
10. Tahiri S. et al. Valorization of tannery solid wastes for sustainable development. Waste Management. 2020;105:561–576.
11. Covington A.D. Tanning Chemistry: The Science of Leather. Cambridge: Royal Society of Chemistry; 2009.
12. Rao J.R., Thanikaivelan P. Recent developments in cleaner leather processing technologies. Journal of Cleaner Production. 2013;61:1–13.
13. Gargano M., Florio C., Sannia G., et al. From leather wastes to leather: enhancement of low quality leather using collagen recovered from leather tanned wastes. Clean Technologies and Environmental Policy. 2023;25:3065–3074. doi:10.1007/s10098-023-02552-w.