



UDK: 547.992.3

*Maxliyo ABDULLAYEVA,*

*Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti tayanch doktoranti*

*E-mail: maxabdullayeva95@gmail.com*

*Mustafokul UROZOV,*

*Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti professori*

*O'g'ilshod PANJIYEVA,*

*Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti o'qituvchisi*

*Janar QIDIRBAYEVA,*

*Berdaq nomidagi qoraqalpoq davlat universiteti Sanoat texnologiya kafedrasida stajyor o'qituvchisi*

*O'ktam BERDIYAROV,*

*Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti katta o'qituvchisi*

*TTATF dotsenti N.Muzaffarova taqrizi ostida*

### SHOLI POYASIDAN LIGNINI AJRATIB OLIISH TEXNOLOGIYASI

Аннотация

Ushbu tadqiqotda qishloq xo'jaligi chiqindisi hisoblangan sholi poyasidan samarali foydalanish masalasi ko'rib chiqilgan. Amaliyotda sholi poyasi dalalarni tozalash maqsadida yoqib yuborilishi natijasida atmosfera havosining ifloslanishi va ekologik muvozanatning buzilishi kuzatiladi. Mazkur ishning asosiy maqsadi ekologik zararli ushbu jarayonlarga muqobil yechim sifatida sanoat uchun kam qiymatga ega bo'lgan sholi poyasidan qimmatli lignin ajratib olish texnologiyasini ishlab chiqishdan iborat. Tadqiqot ob'ekti sifatida Surxondaryo viloyatidagi sholi yetishtiriladigan hududlardan olingan sholi poyasi namunalari tanlangan.

**Kalit so'zlar:** sholi poyasi, natij ishqori, lignin, sellyuloza, kaliy karbonat, avtoklav, ekstraksiya, xlorid kislotasi.

### TECHNOLOGY FOR EXTRACTING LIGNIN FROM RICE STRAW

Annotation

In this study, the issue of efficient utilization of rice straw, which is considered an agricultural waste, is investigated. In practice, rice straw is often openly burned to clear agricultural fields, resulting in atmospheric air pollution and disruption of ecological balance. The main objective of this work is to develop a technology for extracting valuable lignin from rice straw, which is of low industrial value, as an alternative solution to these environmentally harmful practices. Rice straw samples collected from rice-growing regions of the Surkhandarya province were selected as the object of the study.

**Keywords:** Rice straw, alkali residue, lignin, cellulose, potassium carbonate, autoclave, extraction, hydrochloric acid

### ТЕХНОЛОГИЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЛИГНИНА ИЗ РИСОВОЙ СОЛОМЫ

Аннотация

В данной работе рассматривается вопрос эффективного использования рисовой соломы, которая относится к сельскохозяйственным отходам. На практике рисовая солома часто сжигается с целью очистки сельскохозяйственных полей, что приводит к загрязнению атмосферного воздуха и нарушению экологического равновесия. Основной целью настоящего исследования является разработка технологии извлечения ценных компонентов, в частности лигнина, из рисовой соломы, имеющей низкую промышленную ценность, в качестве альтернативного решения экологически вредным процессам. В качестве объекта исследования были выбраны образцы рисовой соломы, отобранные в рисосеющих районах Сурхандарьинской области.

**Ключевые слова:** Рисовая солома, щелочной остаток, лигнин, целлюлоза, карбонат калия, автоклав, экстракция, соляная кислота.

**Kirish.** Hozirgi kunda barqaror rivojlanish va ekologik xavfsizlikni ta'minlash masalalari qishloq xo'jaligi chiqindilarini qayta ishlash bilan bevosita bog'liq holda ko'rib chiqilmoqda. Sholi yetishtiriladigan hududlarda hosil yig'im-terimidan so'ng katta miqdorda sholi poyasi hosil bo'ladi va u amaliyotda ko'pincha dalalarni tezkor tozalash maqsadida yoqib yuboriladi. Mazkur holat atmosferaga karbonat angidrid, uglerod oksidlari hamda mayda dispers zarrachalarning ajralishiga sabab bo'lib, ekologik muhitga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli sholi poyasini chiqindi emas, balki qimmatli xomashyo sifatida qayta ishlash dolzarb ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi. Sholi poyasi lignosellyulozali o'simliklar turkumiga mansub bo'lib, uning tarkibi sellyuloza, gemitsellyuloza va lignindan tashkil topgan murakkab polimer tizimini ifodalaydi. Lignin o'simlik hujayra devorining asosiy strukturaviy komponentlaridan biri bo'lib, aromatik tabiatga ega va o'simlikning mexanik mustahkamligini ta'minlaydi. Ayniqsa, sholi poyasidan ajratib olingan lignin fenolik funksional guruhlarning nisbatan yuqori ulushiga ega bo'lishi bilan ajralib turadi, bu esa uni kimyoviy va texnologik jarayonlar uchun istiqbolli xomashyo sifatida ko'rib chiqish imkonini beradi.

Adabiyotlar tahlili. Bugungi kunda qishloq xo'jaligi chiqindilaridan samarali foydalanish ekologik va iqtisodiy jihatdan muhim ahamiyat kasb etmoqda. Ayniqsa, sholi yetishtiriladigan hududlarda hosil bo'ladigan sholi poyasi (*rice straw*) ko'pincha yoqib yuboriladi yoki chiqindi sifatida tashlanadi. Bu esa atmosfera havosining ifloslanishiga va ekologik muvozanatning buzilishiga olib keladi [1, 2]. Sholi poyasi lignosellyulozali biomassa bo'lib, uning tarkibida taxminan 30–40% sellyuloza, 20–25%

gemitellyuloza va 15–20 % lignin mavjud [3, 4]. Lignin aromatik tuzilishga ega tabiiy polimer bo'lib, o'simlik hujayra devorining mustahkamligini ta'minlaydi. Sholi poyasidan olingan lignin boshqa manbalardan ajratib olingan ligninlarga nisbatan fenolik guruhlariga boyligi va past molekulyar massasiga egaligi bilan ajralib turadi [5]. So'nggi yillarda sholi poyasidan lignin ajratib olishning turli usullari, jumladan ishqoriy ekstraksiya, chuqur evtetik erituvchilar (DES), organosolv va soda asosidagi texnologiyalar keng o'rganilmoqda [6, 7]. Ushbu usullar ligninning kimyoviy tuzilishini saqlab qolish, uning funksional guruhlarini maksimal darajada saqlash hamda ekologik xavfsiz jarayonlarni ta'minlashga qaratilgan. Sholi poyasidan olingan lignin qayta tiklanuvchi xomashyo manbai bo'lib, sorbentlar, bog'lovchi materiallar, kompozitlar va turli kimyoviy mahsulotlar ishlab chiqarishda istiqbolli hisoblanadi [8, 9]. Shu bois, sholi poyasidan lignin ajratib olish, uning tarkibi va xossalarini o'rganish zamonaviy "yashil kimyo" va barqaror rivojlanish konsepsiyalariga to'liq mos keladi [10]. Mazkur tadqiqotning maqsadi sholi poyasidan lignin ajratib olish jarayonlarini tahlil qilish, olingan ligninning fizik-kimyoviy xususiyatlarini baholash hamda uni sanoat va ekologik yo'nalishlarda qo'llash imkoniyatlarini o'rganishdan iborat [3, 4].

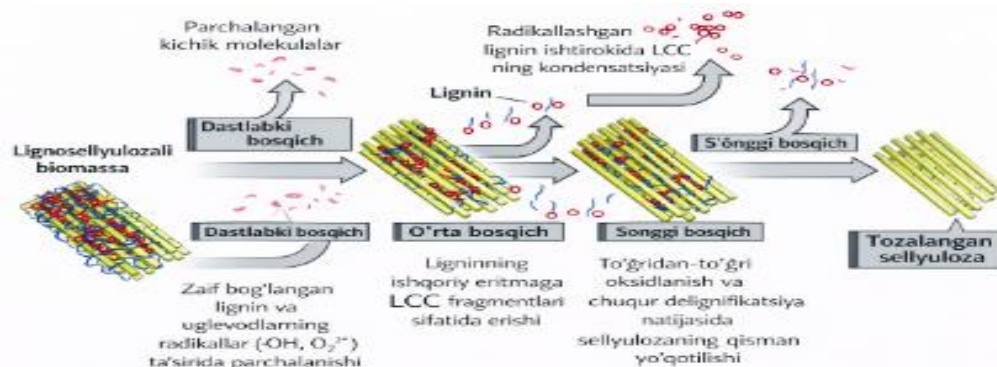
Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqotda dastlab sholi poyasi mexanik va kimyoviy iflosliklardan tozalandi, suv bilan bir necha marotaba yuvildi va 1–2 sm uzunlikdagi bo'laklarga maydalandi. Tayyorlangan xomashyoning 80 g miqdori 1,6 L hajmdagi 3 % li NaOH eritmasi bilan avtoklav sharoitida 100 – 120 °C haroratda 2–3 soat davomida ishqoriy ishlovdan o'tkazildi. Ishqoriy muhitda ligninning fenolik va efir bog'lari parchalanib, lignin eritmaga o'tdi, selluloza esa asosan qattiq fazada saqlanib qoldi. Reaksiya natijasida hosil bo'lgan qora rangli ishqoriy eritma ligninning eritmaga o'tganidan dalolat beradi.

1-jadval.

*Ishqoriy ishlov natijasida sholi poyasi komponentlarining ajralishi*

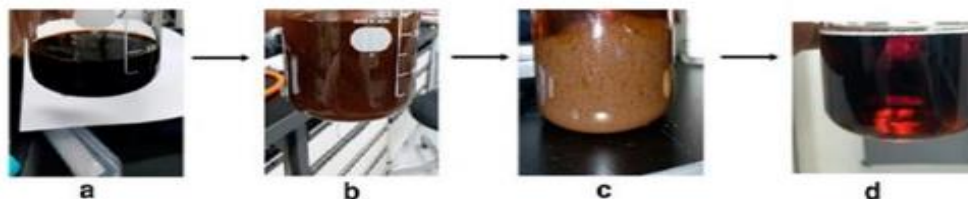
Ko'rsatgich	Miqdor %
Ajratib olingan lignin	10-12%
Ajratib olingan lignin	45-50%
Qolgan komponentlar	38-45%

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, yumshoq ishqoriy sharoitlarda sholi poyasidan ligninning sezilarli qismi eritmaga o'tkazilgan, selluloza esa yuqori miqdorda saqlanib qolgan. Bu holat sholi poyasining lignosellyulozali xomashyo sifatida istiqbolliligini ko'rsatadi.



1-rasm Sholi poyasining ishqoriy ishlov berish jarayonining sxematik tavsifi

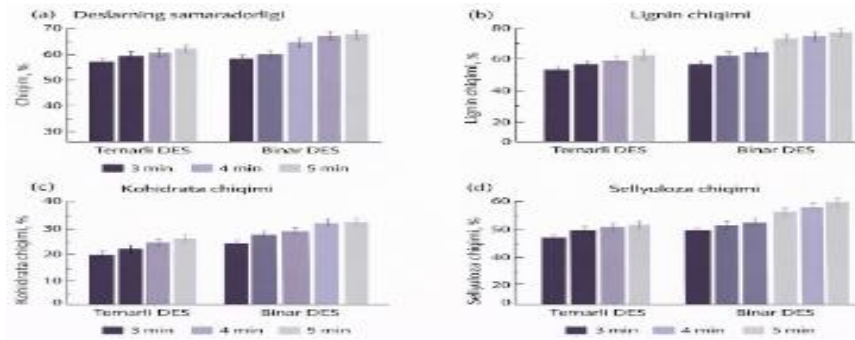
Sholi poyasiga ishqoriy ishlov berish jarayoni lignosellyulozali tuzilmaning parchalanishiga va ligninning eritmaga o'tishiga asoslangan. Ishqoriy muhitda lignin–uglevod kompleksi tarkibidagi efir va ester bog'larining qisman uzilishi natijasida lignin ishqoriy eritmada eruvchan holatga o'tadi, selluloza esa asosan qattiq fazada saqlanib qoladi. Ushbu jarayon sholi poyasidan ligninni selektiv ajratib olish uchun asos bo'lib xizmat qiladi.



**Ligninni kislota yordamida cho'ktirish jarayoni.** Ishqoriy ishlov berishdan so'ng olingan qora rangli filtrat tarkibidan ligninni ajratib olish maqsadida 3 % li xlorid kislota (HCl) eritmasi tomchilatib qo'shildi. Kislota qo'shilishi natijasida eritmaning pH qiymati kislotali muhitga o'tganda ligninning eruvchanligi keskin kamaydi va u qora-jigarrang rangli cho'kma holda ajrala boshladi. Hosil bo'lgan lignin cho'kmasi vakuum filtrlash yo'li bilan ajratib olindi, distillangan suv bilan bir necha marotaba yuvildi va doimiy massaga kelguncha quritildi. Kislota bilan cho'ktirish usuli ligninni ishqoriy eritmadan selektiv ajratib olish imkonini berib, uning aromatik skeleti va asosiy funksional guruhlarini nisbatan saqlab qolishni ta'minlaydi.

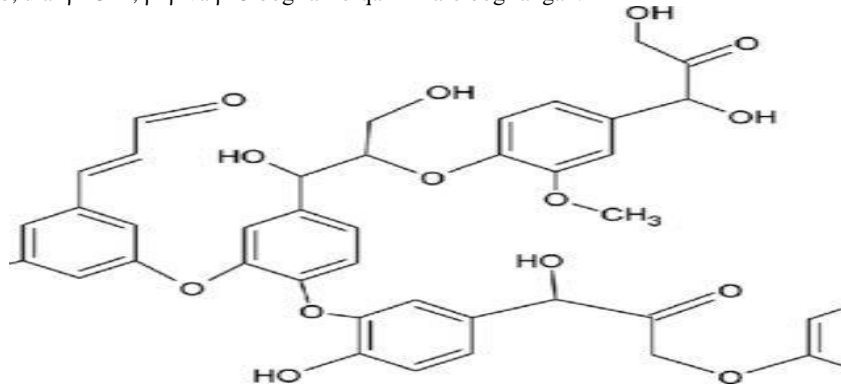
2-rasm. Ishqoriy eritmadan ligninni HCl yordamida cho'ktirish jarayoni

Ajratib olingan ligninning chiqimi sholi poyasining dastlabki quruq massasiga nisbatan 10–12 % ni tashkil etdi. Bu ko'rsatkich adabiyotlarda keltirilgan sholi poyasi lignin miqdori (8 – 15 %) bilan mos keladi va tanlangan texnologik sharoitlarning to'g'riligini tasdiqlaydi.



### 3-rasm. Sholi poyasi komponentlarining (lignin va sellyuloza) ajralish nisbati

**Tahlil va natijalar.** Ajratib olingan ligninning strukturaviy tavsifi. Ajratib olingan lignin amorf tuzilishga ega bo'lib, fenilpropan birliklaridan tashkil topgan uch o'lchamli polimer hisoblanadi. Lignin strukturasi guayasil (G) va siringil (S) birliklari ustun bo'lib, ular  $\beta$ -O-4,  $\beta$ - $\beta$  va  $\beta$ -5 bog'lari orqali o'zaro bog'langan.



### 4-rasm. Ligninning umumiy strukturaviy modeli (fenilpropan birliklari asosida)

Ushbu strukturaviy xususiyatlar ligninning keyingi bosqichlarda sorbentlar, aktivlangan uglerodlar yoki polimer kompozitsiyalar olishda foydalanish imkoniyatini oshiradi.

**Xulosa va takliflar.** Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, 3 % NaOH eritmasida 100–120 °C da olib borilgan ishqoriy ishlov sholi poyasidan ligninni samarali ajratib olish imkonini beradi. Kislota yordamida cho'ktirish usuli ligninni oddiy va iqtisodiy jihatdan maqbul tarzda ajratishga xizmat qildi. Taklif etilgan texnologiya yordamida sholi poyasidan 10–12 % lignin va 45–50 % sellyuloza ajratib olindi. Ajratib olingan lignin strukturaviy jihatdan saqlangan bo'lib, uni keyingi kimyoviy modifikatsiya va sorbentlar olish uchun istiqbolli xomashyo sifatida qo'llash mumkin.

### ADABIYOTLAR

- Zhang, J., & Wang, S. (2021). Extraction and characterization of lignin from rice straw for sustainable applications. *Bioresource Technology*, 319, 124–132.
- Li, H., Chen, X., & Sun, R. (2021). Recent advances in lignin isolation from agricultural residues: Focus on rice straw. *Industrial Crops and Products*, 170, 113–120.
- Kumar, R., & Singh, S. (2022). Alkali extraction of lignin from rice straw and its physicochemical properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 194, 98–106.
- Liu, Y., & Zhao, X. (2022). Valorization of rice straw lignin: Structure and potential applications. *Renewable Materials*, 10(4), 1057–1068.
- Wang, Q., & Li, M. (2023). Deep eutectic solvent extraction of lignin from rice straw. *Green Chemistry*, 25, 3140–3152.
- Rahman, M., & Islam, M. (2023). Sustainable utilization of rice straw lignin for value-added products. *Journal of Cleaner Production*, 381, 135–143.
- Chen, Y., & Zhou, D. (2024). Structural analysis of lignin obtained from rice straw by alkaline pulping. *Cellulose*, 31, 2105–2118.
- Abdullaeva, M., & Karimov, A. (2024). Agricultural waste-derived lignin: Rice straw as a promising resource. *Materials Today: Proceedings*, 72, 350–356.
- Zhao, L., & Huang, J. (2024). Recent progress in rice straw lignin extraction and utilization. *Environmental Research*, 229, 116–125.
- Sun, R., & Tomkinson, J. (2025). Advances in lignin separation from rice straw biomass. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 188, 113–121.