

KÜLƏŞİN ELEKTROKİMYƏVİ İŞLƏNMƏSİ ÜŞÜN ELEKTROLİTLƏRİN NƏZƏRİ TƏHLİLİ

Q.B.MƏMMƏDOV, Q.M.ALLAHVERDIYEVA
Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti

S.O.MƏMMƏDOVA
Gəncə Dövlət Universiteti

Məqalədə küləşin elektrokimyəvi işlənməsi üçün elektrolitlərin nəzəri tədqiqi qeyd olunmuşdur. Burada küləşin heyvandarlıqda yem üçün hazırlanmasının vacibliyi verilməklə onun elektrokimyəvi işlənməsi tədqiq edilir. Nəzəri tədqiqatın nəticəsi olaraq müəyyən edilmişdir ki, küləşin elektrokimyəvi işlənməsində natrium xlorid, kalium xlorid və maqnezium xlorid duzlarının məhlullarında ionların qarşılıqlı təsirinə sərbəst enerjisinin qiymətlərinin müqayisəsi göstərir ki, maqnezium ionları həlledicinin (suyun) molekulları ilə natriumunkinə nəzərən 5,45 dəfə, kaliumunkinə nəzərən isə 6,16 dəfə aktivdirlər. Tədqiq olunan ionların qarşılıqlı təsir enerjisi birbaşa onların aktivliyi ilə əlaqəli olub, ionların aktivlik əmsali ilə xarakterizə edilə bilər. Həmçinin apardığımız nəzəri təhlil göstərir ki, maqnezium xlorid duzu məhlulun ion şiddəti natrium xlorid və kalium xlorid duzlarının məhlullarının ion şiddətindən çoxdur. Eyni zamanda birinci məhlulun elektrik keçiriciliyi və kationların qütbləşdirici təsiri də digərləri ilə müqayisədə daha çoxdur.

Açar sözlər: küləş, fiziki təsir, elektrik sahəsi, intensivlik ölçüsü, elektrik cərəyanı, elektrokimyəvi işlənmə, effektiv təsir, ion, ion şiddəti.

Heyvandarlıq ölkənin kənd təsərrüfatının vacib sahəsi olmaqla bu sahənin məhsulları pul dəyəri ilə ümumi kənd təsərrüfatı məhsullarının mühüm hissəsini təşkil edir. Bu sahə qarşısında duran əsas vəzifə məhsul istehsalı həcmi və keyfiyyətini artırmaqdır. Hazırda kənd təsərrüfatında bu istiqamətdə böyük bir canlanma müşahidə olunur: torpaq mülkiyyətçilərinin fəaliyyətinə dövlət qayğısını da nəzərə alsaq onlar istehsal sahələrinin səmərəliliyinin artırılmasına böyük maraq göstərir, istehsalatda yeni və mütərəqqi texnologiyaların gətirilməsinə çalışırlar [1]. Bir sıra təşkilatı dəyişikliklər baş verir, fermer, kəndli təsərrüfatları ilə yanaşı, kollektiv təsərrüfatlar və aksioner cəmiyyətləri yaranır. Belə şəraitdə keyfiyyətli heyvandarlıq məhsulu istehsalının intensivləşdirilməsi olduqca rəşional hesab edilə bilər. Digər tərəfdən maliyyə və maddi-texniki təminat məsrəflərinin məhdudluğu nəzərə alınarsa istehsalın intensivləşdirilməsinə ilk növbədə ehtiyatlardan səmərəli istifadə və resursqoruyucu üsullarla nail olmaq daha məqsədəuyundur [2].

Söz yox ki, bu şəkildə yem bazasının möhkəmləndirilməsi heyvandarlıq qarşısında duran böyük vəzifələrin yerinə yetirilməsinə xidmət etmiş olardı [3].

Məlumdur ki, yem bitkiləri üzrə əkin sahələrinin məhdudluğu yemə və ümumilikdə əhalinin heyvandarlıq məhsullarına tələbatını ekstensiv yolla həll etmək mümkün deyildir [4].

Bu məsələləri qüvvəli qarışıq yem (kombikorm) balansında az əhəmiyyətli görülən ancaq həcmcə çox olan tarla tullantılarından səmərəli istifadə yolu ilə həll etmək lazımdır [5, 6]. Bu baxımdan yem bazasının böyük ehtiyat mənbəyi kimi küləş və püfə xüsusi yer tutur.

Yuxarıda da qeyd edildiyi kimi küləş əsasən döşəmə materialı kimi istifadə olunur. Eyni zamanda iri buynuzlu heyvanlar, çöl-otlaq heyvanları, qoyun və keçilər üçün gəzinti meydançasının axurlarında küləşin olması məqsədəuyğundur [7, 8]. Etiraf etmək lazımdır ki, yem balansında quru ot çatışmadığına görə bir çox təsərrüfatların yem balansına küləş hələ də müəyyən yer tutmaqdadır [9]. Yem baxımından vələmir küləşi daha yaxşı hesab edilir. Bu küləşi gövşəyən heyvanlar və atlar iştahla yeyirlər. Qidalılığına görə arpa küləşi ondan bir az geri qalır. Ən qaba küləş payızlıq çovdar və buğdanın küləşidir. Yazlıq buğdanın küləşi bunlar arasında orta yer tutur. Dənli bitkilərin küləşində 0,2...0,34 yem vahidi, 3,4...5,4 MCoul/kq əvəz olunan enerji, 9...17 q/kq həzmə gedən protein, 270...380 q/kq xam sellüloz vardır [10, 11]. Paxlalı bitkilərin küləşi proteinlə daha zəngindir (27...35 q/kq).

Tədqiqatın materialı və metodu. Küləşin kimyəvi və termokimyəvi işlənməsində daha çox qələvilərdən, sönməmiş əhəngdən və azot tərkibli reagentlərdən istifadə olunur. Elektrokimyəvi işlənmədə elektrolit olaraq duz turşusu (HCl) duzlarından xörək duzu-natrium xlorid (NaCl), kalium xlorid (KCl) və

maqnezium xloridin ($MgCl_2$) 1 və 2 %-li məhlulundan istifadə olunması mümkündür [12, 13].

Küləşin isladılması üçün bunların hansının daha əlverişli olması Debay Hükkel nəzəriyyəsi əsasında qiymətləndirməyə çalışaq. Bunun üçün seçilmiş duzların suda məhlullarının elektrokimyəvi göstəricilərinin (elektrolitin ion gücü, ion atmosferi radiusu, ionların qarşılıqlı təsir enerjisi, ionların aktivlik dərəcəsi) hesablanması və müqayisə edilməsi tələb olunur. Elektrolitin ion gücü məhlulda ionların yaratdığı elektrik sahəsinin intensivlik ölçüsü olmaqla məhlulun (elektrolitin) vacib xarakteristikası sayılır.

İon şiddəti aşağıdakı düsrutla təyin olunur:

$$J = \frac{1}{2} \sum_i (C_i z_i)^2, \quad (1)$$

burada z_i – ionun yükü;

C_i – bu iondan olanların konsentrasiyası.

Maqnezium xlorid məhlulunun molyar kütləsi

$$(W = 2\%) - M_{(MgCl_2)} = (24 + 35,5 \cdot 2) = 95 \text{ q/mol.} \quad (2)$$

Molyar konsentrasiyanı kütlə payı ilə ifadə edib və nəzərə alsaq ki, məhlulun sıxlığı $20^\circ C$ -də $\rho = 1,015 \text{ q/dm}^3$ - dir, o zaman 2%-li maqnezium xlorid üçün alırıq:

$$C_{(MgCl_2)} = \frac{10 \cdot \omega \rho}{M} = \frac{10 \cdot 2 \cdot 1,015}{95} = 0,214 \text{ mol/l.} \quad (3)$$

Onda mol/l –lə 2%-li maqnezium xloridin ion şiddəti aşağıdakı kimi olur:

$$J_{(MgCl_2)} = \frac{1}{2} (0,214 \cdot 2^2 + 2 \cdot 0,214 \cdot (-1)^2) = 0,642. \quad (4)$$

Anoloji olaraq natrium xlorid məhlulu ($W=2\%$) üçün temperatur $20^\circ C$ və məhlul sıxlığı $\rho = 1,012 \text{ q/dm}^3$ qiymətlərində molyar konsentrasiyanın $C_{(NaCl)} = 0,346 \text{ mol/l}$, ion şiddəti isə $J_{(NaCl)} = 0,346$ olmuşdur.

Kalium xlorid məhlulunun ($W=2\%$) temperatur $20^\circ C$, sıxlıq $\rho = 1,011 \text{ q/dm}^3$ qiymətləri üçün molyar konsentrasiyası $C_{(KCl)} = 0,270 \text{ mol/l}$, ion şiddəti $J_{(KCl)} = 0,270$ olmuşdur.

Tədqiqatın nəticələrinin təhlili və müzakirəsi.

Alınmış hesabat göstəricilərindən görünür ki, 2%-li maqnezium xlorid məhlulunun ion şiddəti 2%-li natrium xlorid məhlulunkindən 1,86 dəfə, 2%-li kalium xlorid məhlulunkindən isə 2,38 dəfə çoxdur. Buradan da demək olar ki, maqnezium xlorid məhlulunda həcm vahidində yük daşıyanların sayı (duzun suda eyni kütlə payı şəraitində $W=2\%$) natrium və kalium duzları məhlulunda olanlardan o qədər də çoxdur. Burada qeyd etmək lazımdır ki, elektrolitlərin elektrik keçiriciliyi onlardakı yük daşıyıcıların miqdarı ilə müəyyən edilir.

Məhlulun ion şiddəti Debay-Hükkelin güclü elektrolit nəzəriyyəsində [14] böyük əhəmiyyət daşıyır. Bu nəzəriyyənin əsas tənliyi (Debay-Hükkelin hədd qanunu) ionun aktivlik əmsalı ilə məhlulun ion şiddəti arasındakı əlaqəni ifadə edir.

Məlumdur ki, ionların aktivlik əmsalı məhlulun tərkibi və konsentrasiyasından, yükdən, ionun tərkibindən və digər şərtlərdən asılıdır. Ancaq su əlavə edilmiş məhlullarda ($C \leq 0,5 \text{ mol/l}$) ionun tərkibi onun aktivlik əmsalına zəif təsir göstərir.

Təxminən hesab etmək olar ki, su əlavə edilmiş məhlullarda ionun aktivlik əmsalı yalnız ionun yükündən və məhlulun ion şiddətindən asılıdır. Debay-Hükkel düsturundan istifadə edərək təxminləmə ilə bu növdən olan ionlar üçün aktivlik əmsalını (γ) aşağıdakı kimi müəyyən edirik:

$$\ln \gamma_i = -\frac{1}{2} z_i^2 \frac{\sqrt{J}}{1 + \sqrt{J}}. \quad (5)$$

Konkret növ ionlar üçün hesablanmış aktivlik əmsalları aşağıdakı kimidir:

$$\left. \begin{aligned} a) \ln \gamma_{Mg}^{2+} &= -0,713; \gamma_{Mg}^{2+} = 0,490; \\ b) \ln \gamma_{Na}^+ &= -0,185; \gamma_{Na}^+ = 0,831; \\ c) \ln \gamma_K^+ &= -0,171; \gamma_K^+ = 0,843. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Nəticələrin təhlilindən görünür ki, 2%-li elektrolitdə maqnezium kationlarının aktivlik əmsalı 1,7 dəfə natrium kationlarından və 1,72 dəfə kalium kationlarından azdır.

Bu onunla izah olunur ki, birincisi maqnezium kationları ətrafında solvat örtüyü çox sayda su molekulları malikdir, ikincisi isə maqnezium kationunun güclü qütbləşmə təsirindən su molekulları orada natrium və kaliumda oduğuna nəzərən daha sıx yığılmışlar. Maqnezium kationunun hidrat örtüyü səthi üzrə paylanmış yükün sıxlığı da natrium və kaliumda olduğundan daha çoxdur. Bunun nəticəsində maqnezium və xlor kationları arasındakı qarşılıqlı təsir enerjisi də bu ionlarda daha çoxdur. Bu effekt məhlulda maqnezium kationlarının aktivliyini xeyli aşağı salır ki, bunu da aktivlik əmsalı göstərir.

Elektrolit məhlulunun qeyri ideallığı, ionların bir-biri ilə və həlledicinin molekulları ilə qarşılıqlı təsirinə görə müəyyən edilir. Kifayət qədər az ion konsentrasiyası olduğu zaman ($0,5 \text{ mol/l}$ -dən az) onların hər biri ion atmosferi ilə əhatə olunmuşdur. Əks işarəli ionların qarşılıqlı təsiri onların solvat örtüyü və sərbəst dipol su molekulları vasitəsi ilə həyata keçirilir. Kationa birləşmiş su molekullarının miqdarı, onların liqandlılığı, kationların ölçüsü ilə müəyyən edilir. Kationun radiusu nə qədər kiçik olursa ion o qədər güclü hidratlaşmış olur. Kationun radiusu natrium (Na^+) üçün $0,095 \text{ nm}$, kalium (K^+) üçün $0,133 \text{ nm}$, maqnezium üçün (Mg^{2+}) $0,065 \text{ nm}$ -dir.

Bu baxımdan maqnezium ionu daha iri ionlara nəzərən daha güclü hidratlaşmışdır. Burada yük daha böyük səthə paylanmışdır.

İon atmosferinin radiusu Debay-Hükkel parametri – χ ilə ifadə olunur, ölçü vahidi isə uzunluğun ək-

sidir. Bu parameter aşağıdakı nisbətə müəyyən edilir [14]:

$$\chi^2 = \frac{2N_A e^2}{\varepsilon \varepsilon_0 R T} \sum_i \frac{z_i^2 n_i}{2}, \quad (7)$$

burada ε_0 – elektrik sabiti ($\varepsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м);
 ε – həlledicinin dielektrik nüfuzetməsi (su üçün $\varepsilon=81$);

e - elektronun elementar yükü, $e=-1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл;

z_i - ionun yükü;

R - qaz sabiti, $R=8,31$ Coul·mol⁻¹·K⁻¹;

T - mütləq temperatur, K;

n_i - həcm vahidində (1m³) hissəciklərin sayı.

Molyar konsentrasiya (C_i , mol/l) və Avoqadro ədədinə görə n_i aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$n_i = 10^{-3} C_i N_A. \quad (8)$$

(7) tənliyində cəmlənmə bütün növ ionlar (i) üçün aparılır. İon atmosferinin orta radiusu isə ion şiddəti qiymətindən istifadə olunaraq aşağıdakı kimi müəyyən edilir:

$$R_{ion} = \frac{1}{\chi} \sqrt{\frac{1000 \varepsilon \varepsilon_0 R T}{2 N_A^2 e^2 J}}. \quad (9)$$

(7) və (9) düsturlarından istifadə edərək ion atmosferi radiusunun (R_{ion}) aşağıdakı qiymətləri müəyyən edilmişdir:

b) *natrium xlorid* ($W = 2\%$) – $R_{ion} = 521$ nm; } (10)

İon atmosferinin radius şərti olaraq mərkəzi iondan kənara o məsafəni xarakterizə edir ki, ion atmosferinə aid bütün ionlar burada yerləşmiş olsunlar.

Aparılmış hesabat nəticələrindən görüldüyü kimi 2%-li elektrod məhlulları üçün maqnezium kationlarının ion atmosferinin orta radiusu natrium və kaliumunkinə nəzərən kiçikdir.

Ancaq Mg⁺² kationunun ion atmosferində kiçik ion radiusunda su molekulları çoxdur. Bu onunla izah edilə bilər ki, maqnezium kationunun solvat örtüyündə su molekulları daha sıx yerləşmişlər. Belə vəziyyət bir də maqnezium kationlarının həlledici (su) molekullarına daha güclü qütbləşdirici təsiri ilə izah edilir. Bu zaman kationların qütbləşdirici təsiri onların yükü ilə düz mütənəsb olur.

Statistik mexanika və elektrostatikanın klassik nəzəriyyəsinə əsaslanan Debay-Hückel nəzəriyyəsi ionların məhlulda qarşılıqlı sərbəst enerjisini təyin etməyə imkan verir. Bu zaman sistemə mərkəzi ion və ətrafında onun əks ionlarının olması şəklində baxılır. Bu nəzəriyyə məhz güclü elektrolitlər, o cümlədən duz turşusu duzları olan natrium xlorid, kalium xlorid və maqnezium xlorid duzlarının məhlulları üçün uyğun gəlir.

1 mol elektrolitdə ion atmosferini dağıtmaq üçün tələb olunan ionların qarşılıqlı təsir enerjisini aşağıdakı kimi təyin etmək mümkündür:

$$G = - \frac{N_A z_i^2 e^2}{8 \pi \varepsilon \varepsilon_0} \frac{1}{\chi}. \quad (11)$$

Tədqiq etdiyimiz elektrolitlər üçün ionların qarşılıqlı təsirinin bu sərbəst enerjisi aşağıdakı kimidir:

a) 2%-li maqnezium xlorid məhlulu üçün

$$G_{MgCl_2} = -8,94 \text{ Coul} / \text{mol};$$

b) 2%-li natrium xlorid məhlulu üçün

$$G_{NaCl} = 1,64 \text{ Coul} / \text{mol};$$

c) 2%-li kalium xlorid məhlulu üçün

$$G_{KCl} = -1,45 \text{ Coul} / \text{mol}.$$

Yekun. Natrium xlorid, kalium xlorid və maqnezium xlorid duzlarının məhlullarında ionların qarşılıqlı təsirinin sərbəst enerjisinin qiymətlərinin müqayisəsi göstərir ki, maqnezium ionları həlledicinin (suyun) molekulları ilə natriumunkinə nəzərən 5,45 dəfə, kaliumunkinə nəzərən isə 6,16 dəfə aktivdirlər. Tədqiq olunan ionların qarşılıqlı təsir enerjisi birbaşa onların aktivliyi ilə əlaqəli olub, ionların aktivlik əmsalı ilə xarakterizə edilə bilər.

Aparığımız nəzəri təhlil göstərir ki, maqnezium xlorid duzu məhlulun ion şiddəti natrium xlorid və kalium xlorid duzlarının məhlullarının ion şiddətindən çoxdur. Eyni zamanda birinci məhlulun elektrik keçiriciliyi və kationların qütbləşdirici təsiri də digərləri ilə müqayisədə daha çoxdur.

ƏDƏBİYYAT

1. Abasov İ. Ərzaq təhlükəsizliyi və kənd təsərrüfatının prioritet istiqamətləri. Bakı: Elm və təhsil, 2011, 640 s.
2. Respublikada müasir dövrdə heyvandarlığın intensiv inkişafında yem bazasının rolu: www.agro.gov.az/128-respublikada-muasir-dvrd-heyvandarin-intensiv-inkisafinda-yem-bazasnn-rolu.html.2016.
3. Использование малоценного растительного сырья и отходов в кормлении сельскохозяйственных животных // АПК Эксперт, 2011, №1-2, с.52.
4. Можаяев Н.И., Серикпаев Н.А. Кормопроизводство. Астана: КазАТУ, 2007, 359 с.
5. Афанасьев В.А. Техническая база для комбикормовых предприятий // Комбикорма, 2000, №5, с.14-17.
6. Афанасьев В.А. Комбикормовое производство: состояние и проблемы // Комбикорма, 2008, №1-9, с.13.
7. Бобокулов Н.А. и др. Рациональное использование кормовых ресурсов в пустынно-пастбищном животноводстве. Самарканд, 2012, 29 с.
8. Пустынно-пастбищное животноводство Узбекистана и рациональное использование кормовых ресурсов. Ташкент, 2014, 18 с.
9. Краснощекова Т.А. и др. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных продукции животноводства: учебное пособие для сельскохозяйственных вузов. Благовещенск: Даль ГАУ, 2011, 188 с.
10. Dənil bitkilər: www.meliorator.az/?=30. 2016.
11. Лухт Х. Получение питательного корма на базе соломы // Корма. 2000, №8, с.24-26.
12. Шапошник В.А., Бутырская Е.В., Чудин П.М. Компьютерное моделирование гидратации катионов в водных растворах и ионообменниках // Сорбционные и хроматографические процессы. 2002, т.2, №3, с.287-294.
13. Шапошник В.А. Не эмпирический расчет структуры и свойств ассоциатов воды // Сорбционные и

хроматографические процессы. 2003, т.3, №5, с.599-604. 14. Ландау П.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. Часть 1. М.: Наука, 2010, 269 с.

Теоретический анализ электролитов для электрохимической обработки соломы

Г.Б.Мамедов, Г.М.Аллахвердиева, С.О.Мамедова

В статье отмечается теоретическое исследование электролитов для электрохимической обработки соломы. Здесь проведено исследование электрохимической обработки соломы с учетом важности ее подготовки к кормлению животных. В результате теоретических исследований сравнения значений свободной энергии ионных взаимодействий в растворах солей хлорида натрия, хлорида калия и хлорида магния при электрохимической обработке соломы показывает, что молекулы магния в растворе по отношению к молекулам натрия в 5,45 раз, по отношению к молекулам калия в 6,16 раз активнее. Энергия взаимодействия изученных ионов напрямую связана с их активностью и может быть охарактеризована коэффициентом активности ионов. Также теоретический анализ показывает, что ионная интенсивность солей хлорида магния выше в ионной интенсивности растворов солей хлорида натрия и хлорида калия. В то же время, электропроводность первого раствора и воздействие поляризации катионов по сравнению с другими выше.

Ключевые слова: солома, физическое воздействие, электрическое поле, единица интенсивности, электрический ток, электрохимическая обработка, эффективное воздействие, ион, интенсивность иона.

Theoretical analysis of electrolytes for the electrochemical processing of straw

G.B.Mammadov, G.M.Allahverdiyeva, S.O.Mammadova

The article notes the theoretical study of electrolytes for the electrochemical treatment of straw. Here, a study was conducted of the electrochemical processing of straw, taking into account the importance of its preparation for feeding animals. As a result of theoretical studies comparing the values of the free energy of ionic interactions in solutions of salts of sodium chloride, potassium chloride and magnesium chloride during the electrochemical treatment of straw, it shows that magnesium molecules in solution in relation to sodium molecules by 5,45 times, in relation to potassium molecules by 6,16 times more active. The interaction energy of the studied ions is directly related to their activity and can be characterized by the ion activity coefficient. Theoretical analysis also shows that the ionic intensity of magnesium chloride salts is higher in the ionic intensity of solutions of sodium chloride and potassium chloride salts. At the same time, the electrical conductivity of the first solution and the effect of polarization of cations are higher in comparison with others.

Key words: *straw, physical impact, electric field, unit of intensity, electric current, electrochemical treatment, effective effect, ion, ion intensity.*

