

УДК 637.073.051: 637.131.6: 665.044.7

**Шевчук Т.В.**, доктор с.-г. наук, доцент  
Вінницького національного аграрного університету  
**Красиленко Д.В.**, технолог  
ПП«Бершадська сироварня»

### **ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ МОЛОКА КОРОВ'ЯЧОГО ЗА ЙОННООБМІННОЇ НОРМАЛІЗАЦІЇ**

*У статті подані відомості про новітню технологію йоннообмінної нормалізації молока коров'ячого. Наведені характеристики штучних та природних агентів йонного балансування молока за окремими мінеральними сполуками. Висвітлюються результати досліджень комплексу фізико-хімічних показників молока коров'ячого за йоннообмінної нормалізації. Проведений порівняльний аналіз отриманих експериментальних даних з існуючими у літературі. Встановлений позитивний вплив йонної нормалізації на показники активної та титрованої кислотності молока, а також окремі його технологічні параметри. Знайдені оптимальні рішення щодо застосування аніоніту для нормалізації некондиційного за кислотністю і термостійкістю молока. Використання суміші молока сирого охолодженого незбираного та молока, нормалізованого аніонітом, у співвідношенні 9 до 1 призводить до зниження титрованої кислотності та термостійкості молока до вимог І татунку.*

**Ключові слова:** молоко коров'яче охолоджене незбиране, йоннообмінна нормалізація, смоли, фізико-хімічні показники

**Табл. 3. Літ. 8.**

Вибір напрямку дослідження був продиктований актуальною проблемою молочного скотарства, яка виникла за введення в дію поправок до державного стандарту на молоко коров'яче незбиране. Згідно цього документу зростають вимоги до якості реалізованого сирого молока, зокрема: до кислотності, складу, бактеріального забруднення [3]. Тому в переробку підприємства прийматимуть тільки молоко екстра-класу, вищого і першого. Так як більше 68% валового виробництва молока в Україні виробляється в приватному секторі без механізації та належних санітарних умов, приватний сектор не має шансу реалізувати молоко. Тому в 2018 році продовжується зниження виробництва молока за рахунок стрімкого зменшення поголів'я дійних корів. Так, за січень – квітень поточного року виробництво молока в усіх категоріях господарств зменшилося проти попереднього року на 1,1%, у тому числі в господарствах населення – на 61,1 тис. т, або на 3,1%. При цьому, зниження виробництва молока в усіх категоріях господарств за цей період, допустили 16 областей, а найбільше Івано-Франківська – на 5,8 тис. т [1, 5].

За даними Державної служби статистики України, у січні-березні 2018 року, порівняно з січнем-березнем 2017 року відбулося збільшення обсягів виробництва масла вершкового – на 12,1%, спредів і сумішей жирових – на 8,8, сирів жирних – на 5,7 та сиру свіжого неферментованого і сиру кисломолочного – на 4%. При цьому відбулося скорочення обсягів виробництва

продуктів кисломолочних на 31% та молока обробленого рідкого – на 4,6%, за причин зменшення надходження молока відповідного гатунку [4, 8].

Проблему підвищення якості молока від населення можна вирішити шляхом формування регіональних або територіальних сільськогосподарських кооперативів, які змогли б перейняти на себе окремі технологічні ланки. Динаміка формування обслуговуючих кооперативів в Україні постійно змінюється в бік зростання останніх. Так, актуальним вважається створення обслуговуючих кооперативів, в яких молоко від населення приймалося без обмежень, оцінювалося за комплексом показників, сортувалося та проходило первинну обробку. Молоко низької кислотності та термостійкості в таких умовах можна піддавати йонообмінній обробці. Цей прогресивний метод передбачає видалення аніонів з молока та насичення катіонами мікро- та макроелементів за допомогою йоннообмінних смол [2].

**Аналіз останніх наукових публікацій** дав неоднозначні результати [1, 4, 8]. Окремі науковці стверджують, що використання йоннообмінних установок для первинної обробки незворотньо змінює біохімічні та фізико-хімічні властивості молока. При цьому спостерігалось зрушення органолептичних параметрів (погіршувалися смак та колір) та технологічної придатності зразків. Навпаки, Г.А. Донская [2] зазначає, що застосування йоннообмінних смол у складі катіоніду КУ-2-8чс зумовлює зниження кислотності з 18°Т до 12°Т, покращує показники алкогольних проб, а під час пропускання молока через аніонід АВ-17-8чс – нормалізує активну кислотність. Проте залишається не вивченим вплив комплексної та ступінчастої йоннообмінної нормалізації на фізико-хімічні показники молока сирого незбираного. Тому **метою** досліджень було встановити зміни цих показників при пропусканні молока через аніоніт, катіонід та після поетапного його нормалізування через зазначені йоннообмінні агенти.

**Матеріали і методика досліджень.** Для вивчення ефективності використання йоннообмінної нормалізації у первинній обробці молока був проведений дослід. Молоко коров'яче незбиране, відібране у приватному підприємстві (ПП) «Бершадська сироварня» с. Бирлівка Бершадського району Вінницької області, пропускали через аніоніт та катіонід природного походження. При цьому визначали хімічний склад і властивості молока після ступінчастої (окремо при пропусканні через кожну йоннообмінну смолу) та після подвійної нормалізації (послідовно нормалізували спочатку аніонітом, а потім катіонідом). Під час експерименту використовували відповідні методики:

– визначення активної кислотності молока потенціометричним методом за ДСТУ 8550:2015;

– визначення титрованої кислотності молока методом титрування проб децинормальним розчином лугу, згідно ГОСТ 3624-92;

– хімічний склад молока (СЗМЗ, вміст жиру, білку та лактози) за допомогою вимірювальних приладів для роботи в середній частині

інфрачервоного спектра випромінювань згідно настанови до експлуатації ДСТУ ISO 13366-1/IDF 148-1:2014;

– термостійкість молока – за ДСТУ 5073 та проводили дослідження алкогольного числа [3, 6].

Досліди проводили у лабораторії кафедри годівлі сільськогосподарських тварин та водних біоресурсів ВНАУ (м. Вінниця).

Цифровий матеріал обробляли біометрично за допомогою комп'ютерної програми MS EXCEL 2007 and Windowse, статистично опрацьовували за Стьюдентом (t), результати вважали статистично вірогідними при  $P > 0,950$ ,  $P > 0,990$ ,  $P > 0,999$  [7].

**Результати досліджень.** У ході експерименту виявлено, що нормалізація молока як ступінчаста, так і комплексна змінює склад молока. Результати біохімічного аналізу молока різних проб подана у таблиці 1.

Таблиця 1

**Біохімічний склад молока коров'ячого незбираного за ступінчастої та комплексної йоннообмінної нормалізації, %,  $M \pm m$**

Показник	Характеристика проб молока:			
	контрольна (молоко сире незбиране)	молоко після фільтрації через аніоніт	молоко після фільтрації через катіонід	молоко після подвійної фільтрації
Вміст жиру, % (n=3)	4,42 ± 0,05	3,90 ± 0,43	3,78 ± 0,01	3,68 ± 0,01
t	–	1,09	11,6	6,62
P	–	<0,900	>0,999	>0,995
СЗМЗ, %(n=3)	8,94 ± 0,04	9,74 ± 1,09	9,79 ± 0,04	9,18 ± 0,29
t		0,7	14	0,8
P		<0,900	>0,999	<0,900
Вільна волога, % (n=3)	58,33 ± 0,06	62,33 ± 0,28	63,53 ± 0,25	60,13 ± 1,79
t		17	20	1,0
P		>0,999	>0,999	<0,900
Вміст білка, %(n=4)	3,20 ± 0,01	3,49 ± 0,40	3,48 ± 0,02	3,28 ± 0,11
t		0,7	13	0,7
P		<0,900	>0,999	<0,900

Експериментально встановлено, що фільтрація через аніоніт та катіонід та подвійна нормалізація вірогідно змінює титровану та активну кислотність, підвищує термостійкість та дозволяє нормалізувати густину та в'язкість (табл. 2).

Таблиця 2

**Фізико-хімічні властивості молока за йоннообмінної нормалізації,  $M \pm m, n=3$**

Показник	Характеристика проб молока:			
	контрольна (молоко сире незбиране)	молоко після нормалізації через аніоніт	молоко після нормалізації через катіонід	молоко після подвійно нормалізації
Титрована кислотність, °Т	25,33 ± 3,51	10,15 ± 0,25	16,67 ± 1,15	19,32 ± 0,33
t <sup>d</sup>		9,79	4,52	3,84
P		>0,999	0,990	0,990
Активна кислотність, рН	7,01 ± 0,20	10,48 ± 0,32	7,46 ± 0,44	6,67 ± 1,53
t <sup>d</sup>		9,4	0,9	0,27
P		>0,999	<0,900	<0,900
Кип'ятильна проба	–	+	+	+
Алкогольне число, мл аб.с.	10,0 ± 0,32	3,5 ± 0,01	5,0 ± 0,03	8,03 ± 0,02
t <sup>d</sup>		20,3	15,6	6,14
P		>0,999	>0,999	>0,999
Термостійкість (за етиловим спиртом): 68%	+	+	+	+
72%	–	+	+	+
75%	–	+	+	+
80%	–	+	+	+
Густина, А°	29 ± 0,06	32,97 ± 4,02	33,0 ± 0,15	30,98 ± 1,11
t <sup>d</sup>		0,9	22	1,4
P		<0,900	>0,999	<0,900
В'язкість, сП	1,15 ± 0,10	1,32 ± 0,12	1,15 ± 0,10	1,15 ± 0,10
t <sup>d</sup>		1,1	0	0
P		<0,900	<0,900	<0,900

Примітка: «+» - молоко витримує дію вказаного чинника, «-» - молоко не витримує вказаного чинника

З огляду на отримані результати, запропоновано альтернативний метод йоннообмінної нормалізації сирого коров'ячого молока шляхом створення суміші з нормалізованого аніонітом молоком та сирим незбираним, яке не

пройшло обробки. При цьому були вивчені різні варіанти композицій – молоко, нормалізоване аніонітом у співвідношенні до цільного молока: 1:9, 1:4, 1:3, 1:1. В ході експерименту виявлено, що додавання до сирого незбираного коров'ячого молока 10% нормалізованого через аніоніт молока сприяє створенню оптимальної титрованої кислотності та термостійкості, про що свідчать дані таблиці 3.

Таблиця 3

**Технологічні властивості молока, нормалізованого аніонітом**

Показник	Проби молока:				
	контрольна (молоко сире незбиране)	молоко нормалізоване аніонітом у співвідношенні 1:9 до сирого незбираного	молоко нормалізоване аніонітом у співвідношенні 1:4	молоко нормалізоване аніонітом у співвідношенні 1:3	молоко нормалізоване аніонітом у співвідношенні 1:1
Титрована кислотність, °Т	25,0 ± 3,0	16,67 ± 2,52	10,67 ± 0,58	8,67 ± 1,15	–
t <sup>d</sup>		2,13	4,69	5,08	–
P		0,950	0,995	>0,995	–
Термостійкість (за 72% спиртом)	–	+	+	+	+

**Висновки:** 1. Йоннообмінна нормалізація вірогідно підвищує рівень вільної води в молоці, як при пропусканні проб через аніоніт та катіонід, так і за комплексної фільтрації.

2. Нормалізація молока за аніонітом сприяє зниженню титрованої кислотності на 5,18°Т, підвищенню рН молока на 3,47 од., зниженню алкогольного числа на 6,5 мл аб.с. (P>0,999), аналогічні зміни спостерігалися і під час пропускання молока через катіонід.

3. Комплексна йоннообмінна нормалізація зумовила зниження титрованої кислотності на 6,01 °Т (P>0,090), рН – до рівня нормативу – 6,67 од., однак не знизила показник алкогольного числа до рекомендованих параметрів (8,03 мл аб.с. в дослідній пробі проти <6 мл за нормою) (P>0,990).

4. Суміш цільного молока із фільтратом, нормалізованим за аніонітом, у співвідношенні 9:1 має титровану кислотність в межах 16-17°Т та добру термостійкість, що дозволяє направляти таку композицію на переробку.

Результати наших експериментальних досліджень можна рекомендувати сільськогосподарським обслуговуючим кооперативам для первинної обробки молока від населення II гатунку для йоннообмінного відновлення титрованої кислотності та термостійкості.

**Подальші наукові дослідження слід направити на вивчення застосування йоннообмінної нормалізації молока для виробництва окремих продуктів харчування з визначенням їх якостей.**

---

#### Список використаної літератури

1. Виробництво молока в Україні скорочується. – Режим доступу: <http://milkua.info/uk/post/virobnictvo-moloka-v-ukraini-skorocuetasa>.
2. Донская Г.А. Нормализация кислотности и кислотно-солевого баланса молока // Пищевая индустрия. – 2011. – №2/7. – С.52-53.
3. Інформація щодо ДСТУ 3662:2015 «Молоко-сировина коров'яче». – Режим доступу: <http://rdabershad.gov.ua/news/informaciya-shchodo-dstu-36622015-moloko-syrovyna-korovyache>.
4. Марчук Д. Як населенню перейти на виробництво якісного молока? – Режим доступу: <https://www.segodnya.ua/opinion/marchukcolumn/yak-naselennyu-pereyti-na-virobnictvo-yaksnogo-moloka-1107634.html>.
5. Новаленко Н.А. Сучасні поняття про якість молока / Н.А. Новаленко, О. Поліщук, О. Вишнеvsька // Збірн. наук. праць ВНАУ: Безпека продуктів харчування та технологія переробки. Вінниця. – 2013. – Вип.1 (71). – С.82-87.
6. Пояснювальна записка до проекту першої редакції ДСТУ 3662:2015 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови». – Режим доступу: <http://iprkyiv.com/index.php/87-poyasnyuvalna-zapyska-do-proektu-pershoi-redaktsii-dstu-36622015-moloko-syrovyna-korov-iache-tekhnichni-umovy>.
7. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников / Н.А. Плохинский. – М.: Колос, 1969. – 256 с.
8. Україна минулого року майже подвоїла експорт молока – експерт.- Режим доступу: <https://economics.unian.ua/agro/10033046-ukrajina-minulogo-roku-mayzhe-podvojila-eksport-moloka-ekspert.html>.

---

#### References

1. Vyrobnytstvo moloka v Ukrayini skorochuyet'sya (2018). [Milk production in Ukraine is decreasing]. Retrieved from <http://milkua.info/uk/post/virobnictvo-moloka-v-ukraini-skorocuetasa> [in Ukrainian].
  2. Donskaya, N.A. Normalizatsiya kyslotnosti ta kyslotno-solevoho balansu moloka (2011). [Normalization of acidity and acid-salt balance of milk]. *Kharchova promyslovist' – Food industry*. № 2 / 7, 52-53 [in Russian].
  3. Informatsiya po DSTU 3662:2015 «Moloko-syrovyna korov'yache» (2015). [Information on DSTU 3662:2015 «Milk-RawCow»]. – Retrieved from <http://rdabershad.gov.ua/news/informaciya-shchodo-dstu-36622015-molokososyrovynkorkiv> [in Ukrainian].
  4. Marchuk, D. Yak naseleennyu pereyty na vyrobnytstvo yakisnoho moloka? (2018). [How to switch to the production of high-quality milk?]. Retrieved from <https://www.segodnya.ua/opinion/marchukcolumn/yak-naselennyu-pereyti-na-virobnictvo-yaksnogo-moloka-1107634.html>[in Ukrainian].
  5. Novalenko, N.A., Polishchuk, O., Vyshnevs'ka, O. Suchasni ponyattya pro yakist' moloka (2013). [Modern concepts of milk quality]. *Zbirn. nauk. prats' VNAU: bezpeka kharchovykh produktiv ta tekhnolohiya pererobky – The team sciences Works of VNUU: Food safety and processing technology*. Vyp.1 (71), 82-87 [in Ukrainian].
  6. Poyasnyuval'na zapyska do proektu pershoi redaktsiyi DSTU 3662:2015 «Moloko-syrovyna korov'yache. Tekhnichni umovy» (2018). [Explanatory note to the draft version of DSTU 3662: 2015 «Milk raw cow. Specifications»]. Retrieved from
-

<http://iprkyiv.com/index.php/87-poyasnyval'na-zapyska-do-proektu-perekhidredaktsiyi-dstu-36622015-molokososyrovyny-korov-aysh-tekhnichni-umovy> [in Ukrainian].

7. Plohinskij, N.A. (1969). *Rukovodstvo po biometrii dlja zootehnikov [Guide for biometrics for livestock]*. M.: Kolos [in Russian].
  8. Ukrayina mynuloho roku mayzhe podvoyila eksport moloka – ekspert (2018). [Ukraine of Minor Rock Mayzhe has provided milk export – expert]. – Retrieved from <https://economics.unian.ua/agro/10033046-ukrajina-minulogo-roku-mayzhe-podvojila-eksport-moloka-expert.html> [in Ukrainian].
- 

**АННОТАЦИЯ**  
**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МОЛОКА КОРОВЬЕГО ПОСЛЕ**  
**ПРИМЕНЕНИЯ ИОННООБМЕННОЙ НОРМАЛИЗАЦИИ**

**Шевчук Т.В.**, доктор с.-х. наук, доцент  
*Винницький національний аграрний університет*  
**Красиленко Д.В.**, технолог  
*ПП «Бершадская сыроварня»*

*В статье поданы отдельные данные о новой технологии ионообменной нормализации молока коровьего. Приводятся характеристики природных и синтетических агентов ионного балансирования молока по отдельным минеральным соединениям. Освещаются результаты изучения комплекса физико-химических показателей молока коровьего после ионообменной нормализации. Проведен сравнительный анализ полученных в ходе эксперимента данных с уже существующими в литературе. Установлено положительное влияние ионной нормализации на показатели активной и титрованной кислотности молока, а также отдельные его технологические параметры. Найдено оптимальное решение по использованию анионита природного происхождения для нормализации некондиционного за кислотностью и термостойкостью молока. Использование смеси молока сырого цельного и пропущенного через анионит в соотношении 9 к 1 привело к снижению титрованной кислотности и термостойкости молока коровьего до уровня показателей I сорта.*

**Ключевые слова:** *молоко коровье охлажденное цельное, ионообменная нормализация, смолы, физико-химические показатели*

**Табл. 3. Лит. 8.**

**ANNOTATION**  
**PHYSICO-CHEMICAL INDICATORS OF BREEDING MILK FOR IONO-BOUNDARY**  
**NORMALIZATION**

**Shevchuk T.V.**, Doctor of Agricultural Science, Associate  
*Vinnitsa National Agrarian University*  
**Krasilenko D.V.**, technologist  
*Bershad cheese factory*

*The problem of improving the quality of milk from the population can be solved by the formation of regional or territorial agricultural cooperatives, which could take over individual technological units. It is considered relevant to create service cooperatives in which milk from the population was taken without restrictions, would be evaluated according to a set of indicators, sorted and passed the*

*initial dues. Milk of low acidity and heat resistance in such conditions can be subjected to ion exchange treatment. This progressive method involves the removal of anions from milk and saturation with cations of trace elements using ion exchange resins. Previous studies of domestic and foreign scientists and practitioners have yielded controversial results. Therefore, the purpose of our research was to establish changes in these parameters when passing through anionid, cationid and after a gradual normalization of milk through the indicated ion exchange agents.*

*To study the effectiveness of using ion-exchange normalization in the primary processing of milk, we conducted experiments. Cow's whole milk was passed through anion and cationid of natural origin. In this case, the chemical composition and properties of milk were determined after the step (separately for passing through each ion-exchange resin) and after double normalization (consistently normalized initially with anion, and then with cationid). During the experiment, standard techniques were used.*

*During the experiment, it was found that the normalization of milk as a stepwise and complex does not significantly change the composition of milk. However, milk filtration through anion and cationid and double normalization significantly altered the titrated and active acidity, increased heat resistance and allowed to normalize the density and viscosity.*

*Therefore, we propose an alternative method of ion-exchange normalization of raw cow's milk by creating a mixture of milk and raw unformed, normalized anion exchangers, which has not undergone processing. We studied various variants of milk compositions: filtrate: whole raw milk: 1: 9, 1: 4, 1: 3, 1: 1. In the course of the experiment, it was found that when added to raw whole milk of cow, 10% of normalized milk through anion exchanger contributes to the creation of the optimum titrating acidity and heat resistance, which correspond to the grade I.*

*The results of our experimental research can be recommended to agricultural service cooperatives for primary milk processing from the population of grade II for the ion-exchange reduction of titrated acidity and heat resistance.*

**Keywords:** whole cow milk, chilled whole, ion-exchange normalization, resins, physical and chemical indices

**Tab. 3. Ref. 8.**

#### **Інформація про автора**

**ШЕВЧУК Тетяна Володимирівна**, доктор сільськогосподарських наук, доцент, доцент кафедри годівлі сільськогосподарських тварин та водних біоресурсів Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3; e-mail: Tatjana.Melnikova@ukr.net)

**КРАСИЛЕНКО Дмитро Володимирович**, технолог ПП «Бершадська сироварня» (с. Бурлівка, Бершадського району, Вінницької області; e-mail: krasdim77@gmail.com)

**ШЕВЧУК Татьяна Владимировна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры кормления сельскохозяйственных животных и водных биоресурсов Винницкого национального аграрного университета (21008, г. Винница, ул. Солнечная, 3; e-mail: Tatjana.Melnikova@ukr.net)

**КРАСИЛЕНКО Дмитрий Владимирович**, технолог ПП «Бершадская сыроварня» (с. Бурлівка, Бершадського району, Вінницької області; e-mail: krasdim77@gmail.com)

**SHEVCHUK Tatyana**, Candsidat of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor Department of feeding farm animals and water bioresources, Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, 3, Soniachna Str.; e-mail: Tatjana.Melnikova@ukr.net)

**KRASILENKO Dmitry**, representative of the software company «Bershad cheese factory» (с. Бурлівка, Бершадського району, Вінницької області; e-mail: krasdim77@gmail.com)