

Рахимжанова Д.Т., ветеринария ғылымдарының кандидаты, доцент, негізгі автор, ORCID ID 0000-0002-1931-7003

«С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті» КеАҚ, 010000, 62, Жеңіс даңғ., Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан Республикасы, rahimzhanova2011@mail.ru

Усенбеков Е.С., биология ғылымдарының кандидаты, доцент, ORCID ID 0000-0001-9508-4179 «Қазақ Ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, 050010, Абай даңғылы, 8, Алматы қ., Қазақстан Республикасы, rahimzhanova2011@mail.ru

Есжанова Г.Т., ветеринария ғылымдарының кандидаты, доцент, ORCID ID 0000-0001-8411-466X

«С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті» КеАҚ, 010000, 62, Жеңіс даңғ., Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан Республикасы, rahimzhanova2011@mail.ru

Коныршаева А., магистрант, ORCID ID 0000-0002-5807-6994

«С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті» КеАҚ, 010000, 62, Жеңіс даңғ., Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан Республикасы, rahimzhanova2011@mail.ru

Rakhimzhanova D.T., Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, the main author

«Kazakh agrotechnical university named after S. Seifullin» NPJSC, 010000, 62 Zhenis Avenue, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan

Ussenbekov Y.S., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

«Kazakh National Agrarian Research University» NPJSC, 050010, Abay Avenue, 8, Almaty, Republic of Kazakhstan

Yeszhanova G.T., Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor

«Kazakh agrotechnical university named after S. Seifullin» NPJSC, 010000, 62 Zhenis Avenue, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan

Konyrshaeva A., Postgraduate

«Kazakh agrotechnical university named after S. Seifullin» NPJSC, 010000, 62 Zhenis Avenue, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan

САУЫН СИЫРЛАРДА ЖАСЫРЫН КЕТОЗДЫ БАЛАУ ӘДІСТЕРІН БАҒАЛАУ

EVALUATION OF DIAGNOSTIC METHODS FOR SUBCLINICAL KETOSIS IN DAIRY COWS

Аннотация

Мақалада сүт бағытындағы сиырлардың жасырын кетозды анықтауға арналған екі кетондық тест-жолақтар түрлерінің сезімталдылығы мен ерекшеліктерінің зерттеу нәтижелері көрсетілген. Тәжірибе барысында сүт және несеп құрамында кетон денелердің көлемін көрсететін, жартылай сандық KetoPHAN және Keto-Test сынақ жолақтары 108 голштейн-фриз сиырларда, төлдеуден кейін 2-15 күн аралығында қолданылды. Сол сиырлардан қан, зәр, сүт сынамалары бір уақытта алынған болатын. Негізінен, сиырлардың субклиникалық кетозы, ферментті әдіспен қан плазмасындағы β-гидроксипутират деңгейімен анықталды («алтын стандарт» деп аталатын тәсіл). Тексерудегі тест-сынақтардың сезімталдығы мен ерекшелігі β-гидроксипутираттың әртүрлі деңгейлерінде бағаланды. Сиырларда жасырын кетоз балаудың шекті деңгейі β-гидроксипутират концентрациясының 1,2 ммоль/л және одан жоғары көрсеткіш болып есептелінді. Зәр мен сүтке арналған тест-жолақтар үшін ең жақсы балау нәтижелері,

β-гидроксипутират деңгейінің 1,4 ммоль/л және одан жоғары көрсеткіштің аумағында тексерілді. Осы диапазонда зәрдің тест-жолақтарының сезімталдығы жоғары (95%) және ерекшелігі орташа (70%) деңгейде болып табылды. Сүт сынақтардың сезімталдығы мен ерекшелігі жоғары деңгейде болды (сәйкесінше, 90% және 96%). Сиырларда субклиникалық кетоздың таралуы қосымша электронды құралдың көмегімен (FreeStyle Optium) зерттелді. Жасырын кетоздың таралуы әр түрлі болды: FreeStyle - 25,0%, KetoPHAN - 48,1%, Keto-Test - 13,1%. Электрондық құрылғыдан алынған мәліметтер «алтын стандарт» бойынша алынған мәліметтерге жақын (22,2%). Сүтке және несепке арналған тест-сынақтары, қан

плазмасындағы β -гидроксibuтират деңгейінің тек 1,4 ммоль/л концентрация кезінде дұрыс көрсетсе де, қарапайымдылығы мен қол жетімділігін ескере отырып сауын сиырлардың жасырын кетозын болжау және бақылау үшін пайдалануға болады.

ANNOTATION

The article presents the results of a study of the sensitivity and specificity of two types of ketone test strips for detecting latent ketosis in dairy cows. During the experiment, test strips KetoPHAN and Keto-Test, showing the number of ketone bodies in milk and urine, were used in 108 Holstein-Friesian cows for 2-15 days after calving. Blood, urine and milk samples were taken simultaneously from the same cows. In general, subclinical ketosis in cows was determined by the level of beta-hydroxybutyrate in blood plasma by an enzymatic method («gold standard» method). The sensitivity and specificity of the test tests were evaluated at various levels of β -hydroxybutyrate. The maximum level of subclinical ketosis in cows was calculated as a β -hydroxybutyrate concentration of 1.2 mmol / L or higher. When evaluating test strips on urine and milk samples, the best results were obtained in the β -hydroxybutyrate range of 1.4 mmol / L and above. In this range, the sensitivity of the test strips to urine was high (95%), the specificity was moderate (70%). The sensitivity and specificity of milk tests were high (90% and 96%, respectively). The prevalence of subclinical ketosis in cows was studied using an electronic device (FreeStyle Optium). The prevalence of latent ketosis was different: FreeStyle - 25.0%, KetoPHAN - 48.1%, Keto-Test - 13.1%. The data obtained from the electronic device is close to the data obtained according to the "gold standard" (22.2%). Although milk and urine test strips are optimal for the diagnosis of subclinical ketosis at a plasma β -hydroxybutyrate level of 1.4 mmol / L, they can be used to predict and control ketosis in dairy cows due to their simplicity and availability.

Түйін сөздер: сүтті сиырлар, кетон денелері, β -гидроксibuтират, кетоз, тест-жолақтары, сезімталдық, ерекшелік.

Key words: dairy cows, ketone bodies, β -hydroxybutyrate, ketosis, test strips, sensitivity, specificity

Кіріспе. Кетоз - бұл жоғары өнімді сауын сиырлардың лактацияның алғашқы кезеңдерінде, денедегі барлық ұлпалардың және дене сұйықтықтарында кетон денешіктерінің көбеюімен сипатталатын жиі кездесетін ауру. β -гидроксibuтират (*Beta-HydroxyButyrate*, ВНВ), ацетон және ацетоацетат маңызды кетон денешіктері болып табылады. Клиникалық белгілерінің байқалмай, денеде кетон денелерінің көп мөлшерде болуы, жасырын немесе субклиникалық кетоз деп есептелінеді. Клиникалық және жасырын кетоздың себептері сиырлардың теріс энергия балансымен байланысты болады [1].

Соңғы екі онжылдықта шетелдік зерттеушілердің ғылыми еңбектеріне шолу, жоғары өнімді сауын сиырлардың субклиникалық кетозын (ССК) балаудың ыңғайлы және тиімді әдістерін іздеуге арналған. Сүт фермаларында кетозға байланысты экономикалық шығындар сүт өнімділігінің орта есеппен 35-70%-ға төмендеуінен ғана емес, сонымен қатар аналық малдың пайдаланылуының 3-тен 4 жасқа дейін қысқаруынан пайда болатыны белгілі. Жоғары өнімді сүтті сиыр үшін өтпелі кезең (төлдегенге дейін 3 апта және төлдегеннен кейін 3 апта) ең маңызды болып табылады, оның салдарын қоректік заттарды қабылдау мен тұтынудың балансын теңестіру және сүт синтездеу үшін оңтайлы энергия сақтау арқылы алдын алуға болады [2].

Сауын сиырларда субклиникалық кетоздың таралуы азықтандыруға, ұстау технологиясына, сауылуына, тұқымына, жыл мезгілене байланысты. Осылайша, Suthar V.S. және т.б. 2011-2012 ж. аралығында 10 Еуропа мемлекеттеріндегі 528 сүтті табындарындағы 5884 сиырлардың төлдегеннен кейінгі 2-15 күн аралығындағы қандағы β -гидроксibuтират (ВНВ) концентрациясын анықтау мақсатында тәжірибе жүргізген. Жасырынды кетоздың таралу деңгейі 21,8% құраған (11,2% - 36,6% аралығында).

Төлдегеннен кейінгі кезеңде сиырлардың қан құрамындағы ВНВ $\geq 1,1$ ммоль/л асқан кезде, ақсандаудың даму қаупі 1,8 есеге өседі. Жалпы, кетоздың ең жоғары жиілігі төлдегеннен кейін 2-ден 15 күнге дейін аралығында байқалады; жасырын кетоздың нәтижесінде метрит, клиникалық кетоз, ақсандау және ұлтабардың ығысу қаупі өседі [3].

Зат алмасу бұзылуымен байланысты көптеген аурулар субклиникалық сипатта болатыны белгілі. Клиникалық белгілердің болмауы бұл ауруды анықтауды қиындатады, демек, мал дәрігерлер клиникалық кетоз, мастит, эндометрит, ақсаңдау және жасырын кетозбен байланысты малдың басқа ауруларының алдын-алу үшін уақтылы араласу мүмкіндігін жіберіп алады [4].

Жасырын кетозды қан, зәр және сүт үлгілеріндегі кетон денелерін талдау арқылы бақылауда ұстауға болатыны белгілі. Кетон экспресс тест-сынамалары химиялық реагенттері (натрий нитропруссиді) сіңдірілген жіңішке жолақшалары, кетон денелерімен өзара әрекеттесу нәтижесінде түсін өзгертеді. Олар тез нәтиже береді, дегенмен оларды жиі қолдануға болмайды, себебі азықтандыру мен күтімдегі кез-келген өзгерістер сынақ көрсеткіштерінің өзгеруіне ықпал етеді. Алайда, табындарды бақылау және сынақ нәтижелерін дұрыс түсіндіру үшін, олардың сезімталдылығы мен ерекшелігін бағалау қажет.

Біздің зерттеуіміздің мақсаты – сауынды сиырлардың сүттенудің алғашқы кезеңдерінде жасырын кетозды зәр және сүт арқылы анықтаудың кетон тест жүйелірінің тиімділігін бағалау.

Материалдар және әдістемелер. 2020 жылы қаңтар айынан сәуір айына дейін аралығында Павлодар ауданының 2 сүт-тауарлы шаруашылықтарында жасырын кетоздың таралау деңгейі бойынша зерттеулер жүргізілді. Сүттілігі 6500 кг және одан жоғары болатын 108 голшштейн және қара-ала тұқымды сиырлар зерттелді; сүттің құрамында май 4,19%, ал ақуыз 3,24% құрады. DairyPlan бағдарламасын қолдана отырып, сүт өнімділігі күнделікті бағаланды.

Төлдегеннен кейін алғашқы 2-15 күн бойы жануарлар мониторингтан өткізілді. Вакуумды түтікшелер арқылы жануарлардың құйрық венасынан (*v. coccygei*) қан алынды. Қанды центрифугадан өткізіп, қан плазмасы -20°C қатырылған күйінде зертханаға жіберілді, онда ерігеннен кейін β -гидроксibuтираттың деңгейін 3-гидроксibuтиратдегидрогеназа (DiaSys Diagnostic Systems GmbH, Hilsteim, Germany) ферментін қолдана отырып ферменттік жолмен биохимиялық анализаторда (BoiChem, HTI, USA) анықталды. Бұл тәсіл жасырын кетозды балауды «алтын стандарт» үлгісі деп есептеленетіндіктен [4,5], қан плазмасында анықталған ВНВ концентрациясының көрсеткіштері тест-жолақтарды бағалау барысында бақылаушы ретінде қолданылды.

Сау сиырлардан ауру сиырларды ажыратып балау үшін «алтын стандарт» тәсілдің ВНВ-нің 1,2 ммоль/л және одан жоғары шекті мәні пайдаланылды [6]. Сонымен қатар бір мезгілде кетон тесттерінің көмегімен зәр мен сүтке тест-сынама жүргізілді. Сүт үшін Keto-Test (ElancoTM) қолданылды, ал зәрдегі кетон деңгейін анықтау үшін KetoPHAN (Erba Lachema S.r.o., Czech Republic) қолданылды. Сүт үлгілері желіннің төрттен бір бөлігінен алынды, зәр үлгілері - табиғи зәр шығару кезінде (вильвадан төмен орналасқан аймақты уқалағаннан кейін) алынды.

Деректер компьютерде Excel қолданбалы бағдарламалар пакетін қолдану арқылы талданды. Сезімталдық пен ерекшелік әр тест үшін (зәр және сүт арқылы) анықталды. Сезімталдық - тестердің оң нәтижесімен немесе субклиникалық кетоз бар сиырлардың үлесі ретінде анықталды; бұл нақты позитивтердің ықтималдығын анықтайтын өлшеу. Ерекшелігі - сынама нәтижесі теріс болған сиырлардың үлесі арқылы белгіленді; бұл нақты негативтердің ықтималдығын анықтайтын өлшеу.

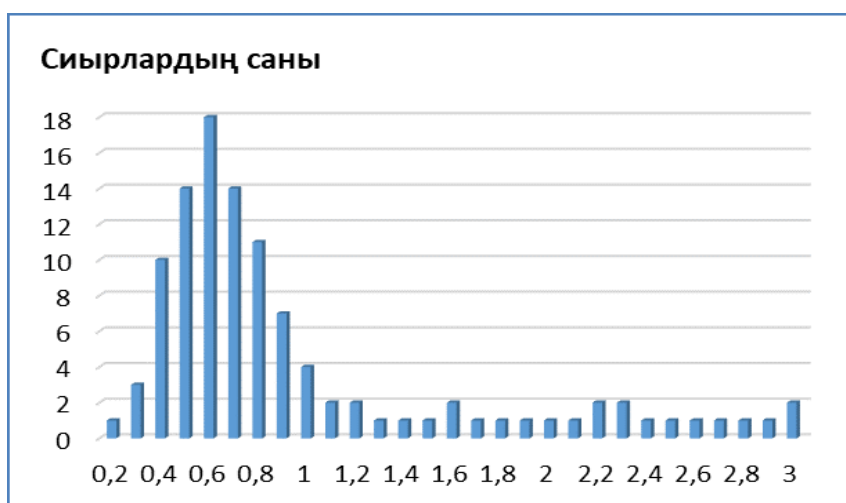
Қосымша сиырлардың лактациясының алғашқы кезеңдерінде ССК таралуын анықтау үшін FreeStyle Optium (Abbot Diabetes Care, USA) электрондық құрылғысын қолдандық [6,7]. Электрондық өлшеу құралы медициналық мақсаттағы глюкометрден тұрады, сол арқылы глюкоза, сонымен қатар тұрақты кетон денелерінің бірі бета-гидроксibuтиратты өлшеуге болады. Ол үшін есептегішке электрохимиялық сынақ жолағы салынғаннан кейін құрылғыда «KETONE» жазуы көрсетіледі. Осыдан кейін құйрық венасы немесе артериясынан алынған қан тамшысы жолақшаға жағылады. Қан тамшысы аспаптың сынама алу камерасына түседі, мұнда қан β -гидроксibuтираты (басқа атауы β -оксимаи қышқылы) β -гидроксibuтиратдегидрогеназасының қатысуымен NAD^{+} -тен NADH -ге дейін қатарлас төмендеумен ацетоацетатқа дейін тотығады. NADH тотығу-тотықсыздану медиаторымен NAD^{+} - ке қайта тотығады. Пайда болған ток қан үлгісіндегі ВНВ концентрациясына тура

пропорционал. 10 секундтан кейін құрылғыда ВНВ концентрациясы (ммоль/л) көрсетіледі (1-сурет).



1- сурет - Қанда ВНВ концентрациясын өлшеуге арналған FreeStyle (Abbot Diabetes Care, USA) сериясының электрондық аспаптары

Зерттеу нәтижелері. Лактацияның бірінші кезеңінде 108 сауын сиырларының арасында жасырын кетоздың таралу нәтижелері 2-суретте көрсетілген. ВНВ орташа концентрациясы 1,6 ммоль/л, кемінде 0,2 ммоль/л және жоғарғысы 3,0 ммоль/л мөлшерінде болды. ССК-дың анықтау шегі ретінде 1,2 ммоль/л деңгейі қабылданғандықтан, жасырын кетоздың таралу пайызы 22,2% болды, бұл Oetzel G.R. (2004) деректеріне сәйкес келеді [8].



2-сурет - «Алтын стандарт» тәсілмен ВНВ деңгейін анықтау нәтижелері (сиырларда СК-дың таралу көрсеткіштері)

Табындағы сиырлардың көбінде ВНВ көрсеткіші 0,4-тен 1,0 ммоль л-ге дейін өзгеріп отырды, және 0,6 ммоль/л деңгейі ең көп сиырларда кездесті. Бұл M.Nielen және басқ. (1994) мәліметтеріне сәйкес келеді. Кетон денелері метаболизмнің аралық өнімдері болып табылады және сау жануарларда қан, зәр және сүтте аз мөлшерде кездеседі. Кетоз кезінде сиырлардың қан, несеп, сүт құрамында кетон денелерінің саны бірнеше есе артады, әсіресе ацетон және ацетоацетат деңгейлері [5].

Зерттеу барысында, клиникалық белгілері бар немесе клиникалық кетозды сиырларда ВНВ концентрациясы 3,0 ммоль/л және одан жоғары болғанын айту қажет.

Зерттеудегі тест-жолақтардың сезімталдығы мен ерекшелігін бағалау нәтижелері 1-кестеде келтірілген.

1-кесте - ВНВ әртүрлі шекті деңгейлеріндегі кетон тесттерінің сезімталдығы мен ерекшелігі (ВНВ \geq шекті мәнінің мөлшері кезінде сиырлар ауру болып саналады), (n=108)

ВНВ, ммоль/л	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
KetoPHAN, зәр									
Сиырлар саны, \geq ВНВ	45	36	28	21	18	17	15	11	11
Сезімталдылығы,%	65	67	75	80	85	85	92	95	95
Ерекшелігі,%	80	77	69	67	63	61	60	70	70
Keto-Test, сүт									
Сиырлар саны, \geq ВНВ	52	36	24	21	19	15	13	10	10
Сезімталдылығы,%	21	27	37	47	60	71	77	90	90
Ерекшелігі,%	80	97	97	97	97	97	97	96	96

Сезімталдық пен ерекшелік - кез-келген диагностикалық тесттің стандартты көрсеткіштері және мал дәрігерге табынның немесе жеке сиырлардың жағдайын көрсетеді: тест-жолақтары науқастарды қаншалықты жақсы анықтайды немесе сау жануарларды «сұрыптайды». Кестеден көріп отырғанымыздай, ВНВ концентрациясы жоғарылаған сайын (0,7-ден 1,5 ммоль/л-ге дейін) тесттердің сезімталдығы артады, ал ерекшелігі төмендейді.

Жасырын кетоз бойынша бақылау тесттің («алтын стандарт») ВНВ бойынша пайдаланатын шекті мәні 1,2 ммоль/л. Несеп және сүтке арналған тесттер үшін ең жақсы көрсеткіштер ВНВ 1,4 ммоль/л деңгейінде болды. Тек осы ВНВ концентрациясында зәрдің тест-жолақтарда сезімталдық пен ерекшелік көрсеткіштері 95 және 70 пайызға, ал сүтке арналаған тестте 90 және 96% жетті.

Нәтижелерді талқылау. Қазақстан Республикасында сүт бағытындағы сиыр кетозының таралуы, диагностикасы, емдеуі және алдын алу мәселелері жеткілікті зерттелген жоқ. «Байсерке-АГРО» ЖШС (Иванов Н.П. және басқ., 2014) сүт бағытындағы сиыр табының зерттеу барысында клиникалық, биохимиялық және патологоанатомиялық зерттеулер нәтижесінде кетозбен ауыратын 48 сиыр анықталғандығы туралы деректер бар. Үсенбеков Е. С. (2019) деректері бойынша қанды Freestyle аспабымен зерттеу кезінде кетоз көрсеткіші 41%-ды құрады, β -гидроксипитутар (ВНВ) деңгейі 0,9-дан 3,3 ммоль/л шегінде болған, субклиникалық кетозға бірінші төлдеген сиырларға қарағанда, екінші және үшінші лактациялардағы сиырлар анағұрлым сезімтал болып келеді [9,10].

Біздің зерттеулерімізде сиырларды электрондық аспап арқылы және 2 тест-жолақтармен тексерген кезде, ССК-дың таралуының әртүрлі көрсеткіштері анықталды: қан бойынша FreeStyle аспабы - 25,0%, зәр бойынша KetoPHAN тесті - 48,1%, сүт бойынша Keto-Test - 13,1% көрсетті. Барлық зерттеулер бір табынның сиырларында бір уақытта жүргізілгендіктен, көрсеткіштердің айырмашылығы сынама жүйелерінің диагностикалық тиімділігімен байланысты деп болжауға болады. Электрондық құрылғы арқылы анықталған жасырын кетоздың таралу көрсеткіші бақылау өлшеуіне ең жақын болып шықты (22,2%). Осыған ұқсас зерттеулерді, Iwersen M. et al., 2008 жүргізген болатын, олар "алтын стандарт" пен Xtra электронды аспаптың дәлме-дәл тестілеу көрсеткіштері арасында жоғары корреляциялық байланыс тапты [11].

Бірқатар зерттеушілердің мәліметтеріне сүйенсек, сау сиырларды субклиникалық кетозы бар сиырлардан бөлудің шекті мәндері, ВНВ мөлшерінің 0,7 ммоль/л-ден 1,5 ммоль/л дейін диапазонында анықталған болатын [12]. Осылайша, тест-сынақтардың балау сипаттамалары осы ВНВ-дің шектілері бойынша есептелінді (Кесте 1).

Несеп және сүт арқылы анықтауға арналған тесттер үшін ВНВ шекті концентрациясы 1,4 ммоль/л болды. Тек осы концентрацияда (1,4 ммоль/л) тесттердің сезімталдық пен

ерекшеліктері жоғары көрсеткіштеріне жетті: несеп бойынша 95% және 70%, сүт бойынша 90% және 96%.

Алынған мәліметтер бойынша, сүтке арналған тесттерді сиыр табынында ВНВ деңгейі 1,4 ммоль/л-ден жоғары болғанда ғана қолдануға болады. Сонымен бірге, сезімталдылық салыстырмалы түрде жоғары болғандықтан бұл тест жасырын кетоздың таралу деңгейіне байланысты жалған-теріс нәтижелерді көрсетуі мүмкін (90%). Дәл сол шекті деңгейде зәр тест-сынамасы 95% сезімталдыққа байланысты жалған-теріс нәтижелердің одан да аз мөлшерін көрсетеді. Сонымен қатар, тесттің төмен ерекшелігіне (70%) және жалған оң нәтижелердің көптігіне байланысты жасырын кетозға көп диагноз қойылуы мүмкін, бұл шаруашылық мамандардың алаңдаушылығын тудырады.

Сүтке және зәрге арналған кетон тестілерді мал дәрігердің күнделікті хаттамаларына немесе ССК қаупі бар сиыр топтарына арналған күнделікті хаттамаларға енгізуге болады (төлдегеннен кейінгі алғашқы 1-8 аптада). Мысалы, апта сайынғы тестілеу кезінде, кетондары жоғары сиырлар санының айқын көбеюі, әрекет ету үшін сигнал бола алады.

Жасырын кетозға күдікті жеке сиырды талдаған кезде, зәр тестілеудің оң көрсеткіші, ерекшелігі төмен болғандықтан диагностикалық мәні болмайды. Алайда, зәр анализі теріс нәтижені көрсеткен жағдайда қандағы ВНВ мөлшерінің 1,4 ммоль / л-ден төмен болуының көрсеткіші. Сүттің оң және теріс нәтижелері, тесттің сезімталдық пен ерекшелігінің анағұрлым жоғары болуының арқасында, диагностика үшін өте маңызды.

Сонымен, әр түрлі ВНВ шектеріндегі сүт пен зәр тест-сынақтардың балау көрсеткіштерін сиырлардың субклиникалық кетозын бақылау үшін қолдануға болады. Алайда, аралас сынама алудың жеңілдігіне және жалпы балау сипаттамаларына байланысты сүттің тест-жолақтарының артықшылығы көбірек.

Қорытынды. Төлдеген сүт бағытындағы сиырларда өндіріс жағдайында дер кезінде жасырын кетозды анықтау үшін, денедегі сұйықтықтар арқылы кетон мөлшерін анықтауға арналған тесттер өте пайдалы. KetoPHAN және Keto-Test тестілерінің өнімділік сипаттамалары (сезімталдығы мен ерекшелігі) электронды аспаптың көрсеткіштерінен төмен болса да, алайда іріктеудің қарапайымдылығы мен қол жетімділігін ескере отырып, оларды сауын сиырлардың жасырын кетозын болжау және бақылау үшін пайдалануға болады.

ÄDEBIËTTER TIZIMI

1. Andersson L, Lundstrom K. Effect of energy balance on plasma glucose and ketone bodies in blood and milk and influence of hyperketonaemia on milk production of postparturient dairy cows // *Transboundary and Emerging Diseases*. – 1984. - № 31. – P. 539-547. - <https://doi.org/10.1111/j.1439-0442.1984.tb01312.x>.

2. Roberts T., Chapinal N., LeBlanc S.J., Kelton D.F., Dubuc J., Duffield T.F. Metabolic parameters in transition cows as indicators for early-lactation culling risk // *Journal of Dairy Science*. – 2012. - Vol. 95. - № 6. – P. 3057-3063. - [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(12\)00280-9/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(12)00280-9/fulltext)

3. Suthar V.S., Canelas-Raposo J., Deniz A., Heuwieser W. Prevalence of subclinical ketosis and relationships with postpartum diseases in European dairy cows // *J Dairy Sci*. – 2013. - № 96(5). – P. 2925-38. doi: 10.3168/jds.2012-6035. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23497997/>

4. Duffield T.F., Lissemore KD, McBride B.W., Leslie K.E. Impact of hyperketonemia in early lactation dairy cows on health and production // *J Dairy Sci*. – 2009. - № 92(2). – P. 571-580. - doi: 10.3168/jds.2008-1507. PMID: 19164667. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19164667/>

5. Nielsen M., Aarts M.G., Jonkers A.G., Wensing T., Schukken Y.H. Evaluation of two cow-side tests for the detection of subclinical ketosis in dairy cows // *Can Vet J*. – 1994. - № 35(4). – P. 229–232. - <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1686759/>

6. Duffield T.F., Kelton D.F., Leslie K.E., Lissemore K.D., Lumsden J.H. Use of test day milk fat and milk protein to detect subclinical ketosis in dairy cattle in Ontario // *Can Vet J*. – 1997. - № 38(11). – P. 713-718. - <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1576823/>

7. Seifi H.A., Leblanc S.J., Leslie K.E., Duffield T.F. Metabolic predictors of post-partum disease and culling risk in dairy cattle // *Vet J.* – 2011. - № 188(2). – P. 216-220. - doi:10.1016/j.tvjl.2010.04.007.-

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1090023310001152?via%3Dihub>

8. Oetzel G.R. Monitoring and testing dairy herds for metabolic disease // *Veterinary Clinics of North America. - Food Animal Practice.* - № 20. – P. 651-674.

9. Ivanov, N.P., Arzymbetov, D.E., Maulanov, A.Z., Turebekov, O.T., Abeuov, H.B., Zhanserkenova, O.O., Tastaganova, U.S., Bakieva, F.A. Mery bor'by s ketozom korov TOO "Bajserke-Agro". *Izdenister, nätizheler, №3(063) 2014.* pp. 66-70.

10. Usenbekov E.S. Diagnostika ketoza u korov s pomoshch'yu nabora Freestyle i pribora Optium neo ketone//*Nauchnoe obespechenie zhivotnovodstva sibiru. Materialy II mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii Krasnoyarskij nauchno-issledovatel'skij institut zhivotnovodstva. 2018* С. 269-273. http://niizh.krasn.ru/wp-content/uploads/2018/05/conf17-18_05_2018.pdf11. Iwersen M., Falkenberg U., Voigtsberger R., Forderung D., Heuwieser W. Evaluation of an electronic cowside test to detect subclinical ketosis in dairy cows // *J Dairy Sci.* – 2009. - № 92(6). – P. 2618-2624. - doi: 10.3168/jds.2008-1795. PMID: 19447994.

12. LeBlanc S. Monitoring metabolic health of dairy cattle in the transition period // *J Reprod Dev.* – 2010. - № 56. – P. 29-35. - doi: 10.1262/jrd.1056s29. PMID: 20629214.

РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты исследования чувствительности и специфичности двух типов кетоновых тест-полосок для выявления скрытого кетоза у дойных коров. В ходе эксперимента полуцифровые тест-полоски KetoPHAN и Keto-Test, показывающие количество кетоновых тел в молоке и моче, были использованы у 108 коров голштино-фризской породы в течение 2-15 дней после отела. У одних и тех же коров пробы крови, мочи и молока брали одновременно. В основном, субклинический кетоз у коров определяли по уровню бета-гидроксибутирата в плазме крови ферментативным способом (так называемый метод «золотого стандарта»). Чувствительность и специфичность тестов оценивали при различных уровнях β-гидроксибутирата. Максимальный уровень субклинического кетоза у коров был рассчитан как концентрация β-гидроксибутирата 1,2 ммоль/л и выше. При оценке тест-полосок по образцам мочи и молока, наилучшие результаты были получены при концентрации β-гидроксибутирата 1,4 ммоль/л и выше. В этом диапазоне чувствительность тест-полосок по моче была высокой (95%), специфичность средней (70%). Чувствительность и специфичность тестов по молоку были высокими (90% и 96%, соответственно). Распространенность субклинического кетоза у коров изучали с помощью электронного устройства (FreeStyle Optium). Распространенность скрытого кетоза была разной: FreeStyle - 25,0%, KetoPHAN - 48,1%, Keto-Test - 13,1%. Данные, полученные по крови электронным устройством, близки показателю «золотого стандарта» (22,2%). Хотя тест-полоски по молоку и моче оптимальны для диагностики субклинического кетоза при уровне β-гидроксибутирата в плазме крови 1,4 ммоль/л, их можно использовать для прогнозирования и контроля кетоза у дойных коров благодаря простоте и доступности.