

JEDRZEJ M. JASKOWSKI, HARTWIG BOSTEDT*,
MOHAMAD EID HAMADEH*, CHRISTINE WITTL**

Wpływ selenu lub witaminy E na aktywność niektórych enzymów we krwi krów w okresie okołoporodowym

Zakład Badania Chorób Niedoborowych Instytutu Weterynarii, Oddział w Bydgoszczy,

Al. Powstańców Wlkp. 10, 85-090 Bydgoszcz

* Ambulatorische und Geburtshilfliche Veterinärklinik der Justus-Liebig-Universität Giessen,
Frankfurterstrasse 106, 6300 Giessen

** Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung, München-Neuherberg

Summary

The influence of selenium and vitamin E on the activity of enzymes in blood of cows in periparturient period

The aim of the investigations was to establish how an antiparturient application of selenium and vitamin E can influence the activity of certain enzymes in blood plasma of cows just after parturition. The observations were done on 19 cows Deutsche Schwarzbunte. One group of cows (group I — 6 animals) was injected im 300 mg of vitamin E as alpha tocopherol, group II (5 cows) received 5,0 mg of selenium as Se Met, and group III (7 cows) served as a control. The level of se and alpha tocopherol, activity of GOT, CPK, AP and γ -GT in plasma before delivery, at the time of parturition and 12 and 24 h after parturition were determined. A mean level of se and alpha tocopherol before parturition was 36,9—50,8 ng/ml and 3,25—4,55 μ ndl/L, respectively. The injection of selenium or vitamin E had no effect on dynamics of selenium and vitamin E in blood plasma and on activity of GOT, AP and γ -GT after parturition, however in both groups of cows the activity of CKP before parturition was significantly lower than that just after parturition (group I — 41,1—166,2 u/L, $p < 0,001$; group II — 38,4—67,7 u/L, $p < 0,05$).

Aktywność większości enzymów w surowicy krów podczas okresu okołoporodowego ulega stosunkowo niewielkim wahaniom. Jedynym charakterystycznym odstępstwem od tej reguły jest faza porodu i kilkanaście pierwszych godzin po wycieleniu. Notowany wówczas wzrost aktywności enzymatycznej przypisuje się porodowemu obciążeniu tkanek oraz podklinicznym zaburzeniom funkcji narządów wewnętrznych (2, 8). Zaburzenia te mogą być punktem wyjścia poważniejszych zaburzeń metabolicznych, rzutujących na przebieg okresu poporodowego i dalszą płodność krów.

Z wielu publikacji wynika (5, 12, 16), że selen i witamina E, zaangażowane w ochronie ciągłości struktur błon biologicznych, odgrywać mogą istotną rolę w przeciwdziałaniu skutkom przecięcia mięśni gładkich i szkieletowych, a także wątroby — tkanek zatem i narządów, szczególnie zaangażowanych podczas porodu. Efekt działania tych substancji jest klinicznie uchwytany w postaci spadku aktywności specyficznych enzymów we krwi zwierząt, którym podawano selen lub witaminę E (5, 9, 16).

W tym świetle wydawało się celowe określić w jakim stopniu przedporodowa podaż selenu lub witaminy E może wpływać na aktywność enzymów w osoczu krwi krów krótko po wycieleniu.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono między listopadem 1987 a marcem 1988 roku na 19 klinicznie zdrowych krowach rasy Deutsche Schwarzbunte. Zwierzęta, będące krowami — pacjentkami Kliniki Ambulatoryjnej i Ginekologicznej Wydziału Weterynaryjnego Uniwersytetu w Giessen, wydzielono z grupy wielorodek w wieku 4—8 lat, które z różnych przyczyn objęto kontrolą porodu i okresu poporodowego.

Przed wycieleniem krowy zaliczono do jednej z trzech grup, z których pierwsza otrzymywała 3—6 dni przed porodem 300 j.m. wodnego roztworu witaminy E jako alfa-tokoferolu — domięśniowo, druga 5 mg selenu w postaci wodnego roztworu DL-selenometioniny (Se Met), trzecia zaś służyła jako kontrola. Porody krów odbywały się na stanowiskach. Za poród normalny przyjmowano wycielenie odbywające się siłami natury, względnie z nieznaczną pomocą lekarza weterynarii. W przypadkach koniecznych (płody względnie lub bezwzględnie za duże, niedostateczne rozwarcie dróg rodnych, przemieszczenie płodu wewnątrz macicy, płody obumarłe) przeprowadzano zabieg cesarskiego cięcia. U wszystkich zwierząt odnotowywano termin wydalania błon płodowych oraz przypadki zatrzymania łożyska. Krew do badań biochemicznych pobierano od wszystkich zwierząt do heparynowanych próbek, przed rozpoczęciem doświadczenia, a następnie natychmiast po wycieleniu oraz 12 i 24 godziny później. Próbkę krwi wirovano przez 10 minut przy 3 tys. obrotów, a w uzyskanym osoczu oznaczano aktywność aminotransferazy asparaginowej (GOT), transpeptydazy gamma glutamylowej (γ -GT), kinazy kreatynowej (CK) oraz fosfatazy zasadowej (AP) — metodami spektrofotometrycznymi. Do oznaczeń enzymatycznych używano gotowych zestawów laboratoryjnych firmy Merck. Odczytów dokonywano na spektrofotometrze 1101 M z drukarką i przystawką CKE 6455 samoczynnie przeliczającą ekstynkcję na U/l. Równocześnie we wszystkich próbach oznaczano zawartość selenu metodą ASA oraz witaminy E metodą chromatografii wysokociśnieniowej. Analizę tokoferolu przeprowadziła firma La Roche w Bazylei.

Wyniki opracowano statystycznie korzystając z testu t-Studenta.

Wyniki i omówienie

U 15 spośród 19 objętych doświadczeniem krów porody miały przebieg fizjologiczny. Faza wypierania płodu trwała w grupach otrzymujących selen lub witaminę E odpowiednio 2,4 h (15 min — 6 h) lub 3,2 h (2—5 h), natomiast u krów kontrolnych 3,4 h (1—6 h). Cesarskie cięcie przeprowadzono u 4 krów (po jednej z grup doświadczalnych i u 2 z grupy kontrolnej). U zwierząt tych nie oznaczano aktywności enzymów we krwi. Łożysko u wszystkich krów z fizjologicznym przebiegiem porodu wydalone zostało w ciągu 6 godzin (u 2 krów w ciągu 8 oraz 10 godzin), natomiast dwie spośród 4 samic, u których dokonano cesarskiego cięcia miały zatrzymanie błon płodowych.

Tab. 1. przedstawia średnią koncentrację selenu w osoczu krów, które około 3—6 dni przed wycieleniem otrzymywały domięśniowo selen lub witaminę E. Przeciętą zawartość selenu przed porodem wahała się w poszczególnych grupach krów od 39,6 do 50,2 ng/ml i była fizjologiczna (6—14). Dość znaczne zróżnicowanie tych wyników jest zrozumiałe wobec faktu, że badane zwierzęta pochodziły z rejonów Hesji o odmiennych warunkach geoklimatycznych, a tym samym — zaopatrzeniu w selen (4). Zarówno po podaniu selenu, jak i witaminy E następował nieistotny wzrost koncentracji selenu w osoczu, szczególnie widoczny krótko po wycieleniu oraz 12 godzin po porodzie. W grupie kontrolnej rejestrowano sukcesywny spadek stężenia selenu z minimum około 12 godzin po wycieleniu ($p < 0,01$). Obniżanie się stężenia selenu w okresie po-

porodowym jest objawem typowym, notowanym m.in. przez Prosbóvą i wsp. (15).

W tab. 2. zawarto dane ukazujące średnią koncentrację alfatokoferolu w osoczu krów, które 3—6 dni przed wycieleniem otrzymywały domięśniowo selen lub witaminę E. Podobnie jak w przypadku selenu, poziom witaminy E był fizjologiczny (10). 12 godzin po wycieleniu, tak w grupie kontrolnej, jak i otrzymującej selen, zauważalny był nieznaczny spadek koncentracji tokoferolu w osoczu. W grupie wzbogacanej przed wycieleniem witaminą E natomiast następował wzrost stężenia alfa-tokoferolu, z maksimum notowanym zaraz po wycieleniu.

Zbliżone tendencje odnośnie do zachowania się selenu i witaminy E w osoczu notowano u krów z нефизјоlоgicznym przebiegiem porodu. W grupie kontrolnej (2 krowy) najniższe poziomy selenu i alfa tokoferolu rejestrowano 12 h po wycieleniu (spadek koncentracji selenu i alfa-tokoferolu w odniesieniu do wartości przed wycieleniem odpowiednio 44,8 i 27,7%). U krowy z grupy I obserwowano sukcesywny wzrost stężenia witaminy E we wszystkich przedziałach czasowych z 2,8 do 4,2 $\mu\text{mol/l}$. Stężenie selenu w osoczu krwi samicy z grupy otrzymującej selen natomiast nie ulegało większym wahaniom i wynosiło od 33 do 38 ng/ml .

Tab. 3. przedstawia aktywność wybranych enzymów, a — GOT, b — AP, c — γ -GT oraz d — CPK, w osoczu krów w okresie okołoporodowym, po przedporodowej iniekcji selenu lub witaminy E. W części pierwszej tabeli uwzględniono dane dotyczące aktywności aminotransferazy asparaginowej (GOT). Enzym ten izolowano z cytoplazmy i mitochondriów komórek wątrobowych, mięśnia sercowego, mięśni szkieletowych, tkanki nerkowej i łożyska; używany jest w diagnostyce zaburzeń czynnościowych mięśni szkieletowych i gładkich oraz jako ważny wykładnik funkcji tkanki wątrobowej (7, 9, 11, 17). Jak wynika z tabeli, przeciętna aktywność GOT przed wycieleniem wahała się w poszczególnych grupach od 28,5 do 29,3 U/l osocza, co mieści się w zakresie norm fizjologicznych podawanych dla tego okresu przez Bostedta (1). Krótko po wycieleniu (patrz grupa kontrolna) następował nieznaczny wzrost aktywności enzymu, który utrzymywał się w ciągu całego okresu badań. W grupach otrzymujących selen i witaminę, wzrost aktywności następował nieco później, przy czym w tej ostatniej podczas porodu notowano nawet nieznaczny spadek aktywności enzymu. Należy dodać, że u 6 krów, u których podczas zasuszenia miał miejsce wyraźny niedobór selenu (poziomy niższe od 20 ng/ml), aktywność GOT była fizjologiczna i wynosiła od 22,7 do 36,7 U/l, nie różniąc się od danych krów o fizjologicznej koncentracji selenu w osoczu. Uzyskane przez nas wartości znacznie odbiegają natomiast od podawanych przez Pinkiewiczą i wsp. (13), którzy u buhajów z niedoborem selenu (średnie stężenie selenu w surowicy 34 ng/ml) obserwowali wysoce istotny wzrost aktywności GOT.

Druga część tab. 3. przedstawia analogiczne dane dla fosfatazy zasadowej. Enzym ten izolowano z błon komórkowych komórek wyścielających drogi żółciowe, nabłonka sinusoidalnego wątroby, osteoblastów, śródbłonka jelita, nerek i łożyska. Znalazł zastosowanie szczególnie w diagnostyce schorzeń systemu szkieletowego, a także schorzeń wątroby (2, 7). Z danych tabeli wynika, że aktywność fosfatazy przed wycieleniem wynosiła 55 do 68 U/l, co nie odbiega od danych przedstawianych przez innych autorów (1, 2, 16). Krótkotrwały wzrost aktywności enzymu notowano w grupie kontrolnej natychmiast po wycieleniu oraz 12 godzin później. W grupach wzbogacanych selenem i witaminą E aktywność fosfatazy nie ulegała większym zmianom w ciągu 24 godzin po wycieleniu, przy czym w grupie wzbogacanej

Tab. 1. Średnia koncentracja selenu w osoczu krów (ng/ml), które 3—6 dni przed wycieleniem otrzymywały domięśniowo selen lub witaminę E ($\bar{x} \pm s$)

Grupa	n	Przed porodem		Poród		Po porodzie (w godz.)			
						12		24	
I	5	50,8	8,5	55,8	7,4	59,0	14,7	49,7	9,7
II	5	40,6	7,5	47,8	6,5	38,2	14,4	36,8	5,9
Kontrol.	5	39,6	16,5	33,4	3,8	30,3	2,9	31,8	3,4

Tab. 2. Średnia koncentracja alfa-tokoferolu w osoczu krwi krów ($\mu\text{mol/l}$), które 3—6 dni przed wycieleniem otrzymywały domięśniowo selen lub witaminę E ($\bar{x} \pm s$)

Grupa	n	Przed porodem		Poród		Po porodzie (w godz.)			
						12		24	
I	5	3,25	1,29	2,88	0,84	2,50	0,63	2,64	0,67
II	5	3,20	0,42	4,45	0,88	4,06	1,81	3,66	1,00
Kontrolna	5	4,55	0,46 ^D	4,31	0,72 ^C	2,40	0,25 ^{DC}	3,57	0,53 ^B

Objaśnienia: AC — $p < 0,05$, AD — $p < 0,01$.

Tab. 3. Aktywność wybranych enzymów, a — GOT, b — AP, c — γ -GT, d — CPK w osoczu krów w okresie okołoporodowym, po przedporodowej iniekcji selenu lub witaminy E ($n = 5$; $\bar{x} \pm s$)

Enzym	Grupa	Przed porodem		Poród		Po porodzie (godziny)			
						12		24	
GOT (a)	I	29,3	3,0 ^a	35,7	6,7 ^a	31,4	2,9 ^a	42,8	3,8 ^a
	II	29,3	2,0 ^a	23,9	1,9 ^a	37,4	4,3 ^a	38,3	2,5 ^a
	Kontr.	28,5	3,0 ^a	41,1	11,3 ^a	41,1	9,2 ^a	39,4	7,1 ^a
AP (b)	I	68,5	15,9 ^a	81,2	14,3 ^a	63,4	10,0 ^a	56,6	9,3 ^a
	II	55,1	9,2 ^a	60,1	15,3 ^a	64,0	22,3 ^a	59,3	11,8 ^a
	Kontr.	66,9	11,6 ^a	96,8	20,4 ^b	85,6	17,1 ^b	70,4	6,8 ^a
γ -GT (c)	I	12,3	0,7 ^a	12,6	1,4 ^a	13,4	1,1 ^a	13,2	1,2 ^a
	II	13,3	2,1 ^a	10,8	1,8 ^a	9,9	1,0 ^a	12,3	0,7 ^a
	Kontr.	9,4	1,0 ^a	12,1	0,7 ^a	9,3	0,6 ^a	9,9	0,9 ^a
CPK (d)	I	41,1	14,9 ^A	126,6	45,1 ^B	166,2	40,1 ^B	70,9	15,0 ^B
	II	38,4	6,9 ^a	40,5	6,8 ^a	67,7	9,2 ^b	54,7	12,3 ^b
	Kontr.	35,6	11,9 ^a	41,6	10,7 ^a	48,9	25,6 ^a	46,7	12,9 ^a

Objaśnienia: średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie: a, b — przy $p < 0,05$, A, B — przy $p < 0,001$.

selenem obserwowano sukcesywny spadek aktywności enzymu od porodu do 24 godzin po wycieleniu, do wartości o 17% niższej niż przed wycieleniem. Wzrost aktywności AP notowali Reedy i wsp. (16) u cieląt otrzymujących dodatkowo wysokie dawki tokoferoli. Zmiany aktywności przypisywali oni wpływowi wieku zwierząt, od którego m.in. zależy aktywność enzymu.

W tab. 3.c. przedstawiono aktywność kinazy kreatynowej. Pomiar aktywności kinazy kreatynowej wykorzystywany jest głównie do wykrywania prodromalnych uszkodzeń mięśni gładkich i szkieletowych na tle alimentarnym lub wskutek wysiłku (2, 5, 13). W badaniach własnych aktywność enzymu była przed wycieleniem zbliżona we wszystkich grupach i wynosiła od 35,6 do 41,1 U/l. Najwyższą aktywność enzymu (48,9 U/l) notowano w grupie kontrolnej — 12 godzin po wycieleniu. Różnica ta w odniesieniu do wartości wyjściowych nie była istotna statystycznie. Tymczasem w grupie otrzymującej selen oraz witaminę krótko po wycieleniu następował trudny do wytłumaczenia, drastyczny

wzrost aktywności enzymu ($p < 0,001$). Dane te odbiegają od uzyskiwanych przez innych autorów, którzy po dostnym uzupełnieniu selenem lub witaminą E, względnie po iniekcji niewielkich dawek tych substancji, obserwowali spadek aktywności wymienionego enzymu (5, 10, 16). Być może wzrost aktywności kinazy był efektem mechanicznego uszkodzenia tkanki mięśniowej stosunkowo dużą porcją nośnika soli selenu lub witaminy. Na marginesie warto zaznaczyć, że u wspomnianych wcześniej sześciu krów z niedoborem selenu, aktywność CPK przed wycieleniem, podobnie jak w przypadku GOT, była fizjologiczna.

W tab. 3.d. przedstawiono aktywność γ -GT w okresie okołoporodowym u krów otrzymujących przed wycieleniem selen lub witaminę E. Gamma-GT jest enzymem związanym z błonami komórkowymi wielu organów, szczególnie błonami zewnętrznej strony komórek nabłonkowych wątroby, a także komórek nieparenchymalnych. Pomiar aktywności enzymu jest wraz z transaminazami, GLDH i cholinesterazą wykorzystywany w diagnostyce schorzeń dróg żółciowych i wątroby. Jak widać z tabeli, aktywność enzymu w grupie kontrolnej, poza krótkotrwałym, nieznacznym wzrostem natychmiast po wycieleniu, nie ulegała większym zmianom. Nie notowano także istotnych różnic w zachowaniu się aktywności enzymu w grupach otrzymujących selen lub witaminę, chociaż w tej ostatniej zarysował się nieznaczny spadek aktywności enzymu we wszystkich przedziałach czasowych.

Niniejsze badania wykazywały, że iniekcja soli selenu lub witaminy E na kilka dni przed terminem wycielenia powodowała stosunkowo niewielkie zmiany aktywności wybranych enzymów, niespecyficznych dla surowicy, podczas pierwszych 24 godzin po wycieleniu. Wynika z tego, że korzystny wpływ tych substancji podanych drogą parenteralną krótko przed wycieleniem na przebieg okresu poporodowego, a w efekcie dalszą płodność krów nie wiąże się bezpośrednio z eliminacją następstw zaburzeń funkcji narządów szczególnie obciążonych podczas porodu. Należy jednak zaznaczyć, że doświadczenie przeprowadzono na krówach z fizjologiczną koncentracją zarówno selenu, jak i wit. E w osoczu. Tymczasem Szilagy i wsp. (18) wyraźne zmiany aktywności większości enzymów, w tym aminotransferazy asparaginowej oraz kinazy kreatynowej, odnoszą do warunków głębokiego deficytu selenu, spowodowanego dietą zawierającą 0,04 ppm tego elementu. Niewykluczone zatem, że wzrost aktywności enzymów po wycieleniu, jak również nieznaczny wzrost tej aktywności, względnie nawet jej spa-

dek po podaniu selenu lub witaminy, byłby uchwytany dopiero przy istniejącym niedoborze jednej lub obu substancji. Nie bez znaczenia pozostaje także wysokość użytej dawki obu substancji. W badaniach własnych zarówno dawka selenu, jak i witaminy E była stosunkowo niewielka, na co wskazuje nieistotny wzrost koncentracji tych substancji w osoczu. Można przypuszczać, że zastosowanie dawek wyższych mogłoby spowodować wyraźniejsze zmiany w zachowaniu się enzymów we krwi. Uwzględniając uzyskane wyniki należy dodać, że dla pełnej oceny obciążenia porodowego należałoby uwzględnić większą ilość specyficznych markerów funkcji zarówno mięśni, jak i tkanki wątrobowej z jednej strony, z drugiej odpowiednią liczbę zwierząt, co pozwoliłoby na eliminację wpływu ewentualnych czynników osobniczych, mogących rzutować na aktywność enzymów we krwi. Reasumując, wpływ ochrony selenu lub witaminy E w odniesieniu do tkanek i narządów wewnętrznych, szczególnie narażonych podczas porodu, pozostaje zagadnieniem otwartym i wymaga dalszych badań w warunkach niedoboru tych substancji.

Piśmiennictwo

1. Bostedt H.: Berl. Münch. tierärztl. Wschr. 87, 365, 1974.
2. Bostedt H.: Diagnostica Information für Veterinärmed. Boehringer Mannheim GmbH, 31, 1, 1983.
3. Braun J. P., Bernard P., Burgat V., Rico A. G.: Vet. Res. Comm. 6, 77, 1983.
4. Hartfiel W., Bahners N.: VitaMinSpur 2, 125, 1987.
5. Jakubowski K., Roszko E., Fitko R., Kowalski A.: Medycyna Wet. 43, 378, 1987.
6. Jaśkowski J. M.: Bull. vet. Inst. Puławy 30—31, 112, 1987—88.
7. Jones B. D.: VET 3, 6, 1987.
8. Kuleta Z.: Bull. V. Zj. PTNW, Olsztyn 1, 108, 1974.
9. Lagacé A., Moron A. L., Pounden W. D.: Am. J. Vet. Res. 7, 636, 1961.
10. Lynch G. P.: J. Dairy Sci. 66, 1461, 1983.
11. Mullen P. A.: Vet. Rec. 99, 330, 1976.
12. Nohl H.: Wien. tierärztl. Mschr. 71, 217, 1984.
13. Pinkiewicz E., Krzyżanowski J., Piekowski M., Sławomirski J., Wrona Z., Miącz M.: Mat. VII Kongr. PTNW, Lublin 1, 213, 1983.
14. Perry T. W., Peterson R. C., Griffin D. D., Beeson W. M.: J. Anim. Sci. 46, 562, 1978.
15. Prosbowa, M., Vrzgula L., Kovač G.: Vet. Med. (Košice) 27, 193, 1982.
16. Reedy P. G., Morrill J. L., Frey R. A., Morrill M. B., Minocha H. C., Galitzer S. J., Dayton A. D.: J. Dairy Sci. 63, 2259, 1985.
17. Sokol J., Reichel P., Vrzgula L.: Biol. chem. Vet. (Paha) 24/30, 531, 1988.
18. Szilagy M., Anke M., Szentimihalyi S., Groppel B., Ankelow L., Balogh I., Surti A.: Mengen und Spurenelemente, Leipzig 1, 194, 1986.

Adres autora: dr Jędrzej M. Jaśkowski, ul. Świerczewskiego 35/50, 85-224 Bydgoszcz

CHAPPEL R. J., MILLAR B. D., ADLER B., HILL J., JEFFERS M. J., JONES R. T., MC CAUGHAN C. J., MEAD L. J., SKILBECKI N. W.: Leptospira interrogans serovar. hardjo nie jest główną przyczyną ronień krów w prowincji Wiktorja. (Leptospira interrogans serovar. hardjo is not a major cause of bovine abortion in Victoria). Aust. vet. J. 66, 330—333, 1989 (10)

Badania nad przyczynami ronień bydła na terenie prowincji Wiktorja przeprowadzono w okresie 3 lat badając 197 poronionych płodów. W posiewach 195 nerek poronionych płodów w żadnym przypadku nie wykazano obecności Leptospira. Również posiewy wykonane w 7 przypadkach z błon płodów poronionych wypadły negatywnie. Ujemny wynik przyniosły też badania nerek, płuc 156 poronionych płodów z użyciem metod immunologicznych. W 11 na 123 płody badanie serologiczne krwi pochodzącej z serca wskazywało na przejściowe zakażenie leptospirami. Tylko z moczu dwóch mlecznych krów wyizolowano L. interrogans serovar. hardjo. Badania z użyciem endonukleazy restrykcyjnej wskazały na przynależność obydwu izolatów do genotypu Hardjobovis.

KABAY M. J., ELLIS T. M.: Dootrzewnowe podanie owcom autogennej szczepionki celem uodpornienia przeciwko zapaleniu wymienia na tle Pasteurella haemolytica. (Intra-peritoneal inoculation of ewes with an autogenous vaccine to prevent mastitis due to Pasteurella haemolytica). Aust. vet. J. 66, 342—343, 1989 (10)

U owiec w Australii zapalenia gruczołu mlekowego wywołane przez Pasteurella haemolytica przebiegają w formie nadostrej i cechują się martwicą gruczołu mlekowego i posocznicy. Chore sztuki często padają na skutek posocznicy. W stadzie liczącym 1300 owiec choroba występowała u 4% maciorek osiągając maksymalne nasilenie między 2—3 tygodniem po wykotach. Śmiertelność dochodziła do 90%. W oparciu o wyizolowany szczep przygotowano autoszczepionkę inaktywowaną formaliną zawierającą jako adjuwant wodorotlenek glinu. Każda ciężarna owca otrzymała w iniekcji dootrzewnowej 5 ml szczepionki na około 6 tygodni przed wykotem. Zapalenia wymienia wystąpiły tylko u 7 owiec nie szczepionych. Z gruczołu mlekowego tych owiec w każdym przypadku izolowano P. haemolytica.