

мого тонких кишек палочек *C. perfringens* C и обнаружением в нем специфического токсина бета (летальной реакцией с использованием мышей и некротизирующей реакцией на морских свинках). Изолированных 5 штаммов подвергли подробному анализу относительно морфологически-ферментативных свойств и способности к производству специфического токсина бета, а 1 из них, т.е. изолят nr 75 проверили также в полном диапазоне токсигенной активности (отметили следующие концентрации образуемых в среде VF токсинов: альфа — 40 ед. изм./мл, бета — 128 DML<sub>100</sub>/мл, m<sub>i</sub> — 256 доз ук./мл и ni — титр 32).

Cygan Z., Tereszczuk S., Pejsak Z., Tarasiuk K., Chwesiuk W., Tomaszewska M. — *Clostridium per-*

#### *fringens* C aetiological agent of enzootic enterotoxemia in suckling piglets

Enterotoxemia was described in 2—3 days old suckling piglets; it caused death in 400 animals in a year. Diagnosis of the disease was confirmed by isolation of *Cl. perfringens* C from the content of the small intestines and by discovery of specific beta-toxin in the bacilli. Five strains were isolated and they were examined for morphological and biochemical properties and also for specific beta-toxin production. One isolate designated as № 75 was assessed for complete toxic activity. There were found the following concentrations of VF toxins: alpha — 40 units/ml, beta — 128 DLM<sub>100</sub>/ml, m<sub>i</sub> — 256 ind. doses/ml and ni — titer = 32.

JANUSZ WAWRZKIEWICZ, JERZY PŁATAKIS, BARBARA DZIEDZIC

## Zmieniony odczyn precipitacji w żelu agarowym i jego zastosowanie w rozpoznawaniu enzootycznej białaczki bydła

Instytut Chorób Zakaźnych i Inwazyjnych AR, ul. Akademicka 12, 20-033 Lublin

Pozytywne wyniki namnażania wirusa enzootycznej białaczki bydła *in vitro* w hodowlach komórkowych (10, 11, 18), a także wykazanie swoistych przeciwciał antywirusowych u zakażonych zwierząt (5, 19), stworzyły podstawy do opracowania swoistych metod serologicznych, wykorzystywanych dla celów diagnostycznych. Spośród różnych odczynów serologicznych, stosowanych w praktyce laboratoryjnej, najpopularniejszym jest odczyn podwójnej immunodiffuzji w żelu agarowym (AGID) według metody Ouchterlonyego (20). Wynika to głównie z prostoty jego wykonania przy równocześnie wysokiej swoistości, warunkowanej zazwyczaj jakością antygeny, produkowanego przez różne firmy i laboratoria. W porównaniu do innych odczynów serologicznych, takich jak test ELISA, odczyn radioimmunologiczny, czy też próba hamowania tworzenia się zespólni, jest on znacznie mniej czuły (1, 3, 6, 7, 12, 13, 14, 16, 22), aczkolwiek umożliwia wykrycie swoistych przeciwciał już na 16 dzień po sztucznym zakażeniu bydła (14). W warunkach jednak naturalnego zakażenia się bydła odczyn ELISA, dzięki bardzo dużej czułości, pozwala na wcześniejsze wykazanie swoistych przeciwciał antywirusowych, tj. na 5 tygodni przed ich wykryciem metodą AGID. Ta wysoka czułość odczynu prowadzić może jednak niekiedy do niewłaściwej oceny stanu zdrowia młodych zwierząt, karmionych siarą krów zakażonych wirusem enzootycznej białaczki bydła (EBB). W wyniku bowiem pobrania wraz z siarą swoistych przeciwciał i ich utrzymywania się przez długi okres czasu w ustroju — nawet przez 9 miesięcy (4) mogą one być błędnie uznane za swoiste białka przeciwwirusowe powstałe jako rezultat odporności czynnej. W takich przypadkach zdrowe sztuki mogą być potraktowane jako zakażone.

Badania własne miały na celu ocenę zmienionego schematu nastawiania odczynu precipitacji oraz składu podłoża wzbogacanego dodatkiem glikolu polietylenowego na wyniki reakcji precipitacji w przypadku EBB.

### Materiał i metody

Antygen. Do badań użyto antygeny diagnostycznego, wyprodukowanego przez Instytut Weterynarii (seria nr 5333 oraz A 386), rozpuszczonego w wodzie destylowanej według zaleceń producenta.

Podłoże do precipitacji. Roztwór żelu agarowego przygotowywano przez rozpuszczenie Bacto-agaru firmy Difco w buforze Tris-HCl o pH 7,2 z zawartością 8,5% chlorku sodowego. Podłoże zmodyfikowane zawierało 4% glikolu polietylenowego o m.c. 6000 (PEG 6000), natomiast zmiana schematu nastawiania odczynu polegała na zwiększeniu średnicy baseników z surowicę do 10 mm, przy nie zmienionej średnicy studzienki (5 mm) zawierającej antygen. Odległość między basenikiem z antygenem a studzienkami z surowicą wynosiła 5 mm; grubość żelu — 2,5 mm.

Wyniki odczytywano po 24, 48 i 72 godzinach od momentu nastawienia odczynu, przetrzymując płytki w komorze wilgotnej w temperaturze 22°C.

Surowice. Surowice bydłecze w liczbie 118 pochodziły z zakażonej obory WOPR województwa wrocławskiego.

### Wyniki i omówienie

Uzyskane dane zebrano w tab. 1. Na 118 surowic badanych metodą obecnie obowiązującą, wyniki zdecydowanie dodatnie uzyskano w 53 przypadkach (44,91%), a wątpliwe w 9 (7,62%). Zwiększenie natomiast średnicy baseników z surowicami z 5 mm do 10 mm, a tym samym ponad 3-krotne powiększenie objętości studzienek (z 35 ul do 115 ul) podwyższyło liczbę wyników dodatnich z 49,91% do 77,9%. Wprowadzenie do żelu agarowego glikolu polietylenowego (PEG 6000) w ilości 4% wpłynęło wyraźnie korzystnie na występowanie intensywności reakcji precy-

Tab. 1. Ocena zmienionego schematu nastawiania odczynu oraz składu żelu agarowego na wynik reakcji precypitacji

Liczba badanych surowic	Liczba surowic reagujących dodatnio w układzie:			
	Żel agarowy			
	(1,5%) z basenikami średnicy 10 mm	(1,8%) z PEG z basenikami średnicy 10 mm	(1,5%) z basenikami średnicy 5 mm	(1,8%) plus PEG z basenikami średnicy 5 mm
118	92+1 w	93+1 w	53+9 w	65+6 w

Objaśnienie: w — wynik wątpliwy.

pitacji, a tym samym odnotowano większą o 9% liczbę wyników dodatnich (wraz z wynikami wątpliwymi) w przypadku stosowania układu baseników o średnicy 5 mm. W układzie z większą zawartością surowic w dołkach (średnicy 10 mm) różnice te były już bardzo nieznaczne i tylko w jednym przypadku, tj. z surowicą nr 25/2227 uzyskano wynik pozytywny w żelu agarowym z dodatkiem PEG 6000, przy ujemnym rezultacie w żelu bez tego preparatu.

W celu uzyskania bardziej wymiernych danych dotyczących stopnia zwiększonej czułości odczynu precypitacji w zależności od stosowanej metody badania, nastawiono doświadczenie z 10 wybranymi surowicami, rozcieńczonymi buforowym roztworem solnym (PBS) od 1:1 do 1:10. Wyniki zebrane w tabeli 2 wykazały, że występuje wyraźna korelacja pomiędzy zawartością surowicy w studziencie oraz obecnością PEG 6000 w żelu a występowaniem łuków precypitacji. Wprowadzenie surowicy do baseników o zwiększonej objętości spowodowało wystąpienie widocznej reakcji antygeny z przeciwciałem w rozcieńczeniu około 3-krotnie wyższym. Tak np. surowica nr 39/2158 reagowała wyraźnie z antygenem w żelu kontrolnym w rozcieńczeniu 1:2, w żelu z dodatkiem PEG w rozcieńczeniu 1:3, natomiast w podłożu agarowym z basenikami o pojemności 3× większej — w rozcieńczeniu 1:5, a w żelu wzbogaconym w PEG 6000 — 1:7. Podobne zależności zaobserwowano także w stosunku do innych surowic (tab. 2).

Technika podwójnej dyfuzji w żelu agarowym, wprowadzona w 1953 r. przez Ouchterlonyego (20) jest metodą jakościową, czy też ilościową, polegającą na tworzeniu się linii precypitacyjnych w miejscu ekwiwalencji antygenów i przeciwciał. Metoda ta nadal służy do wykrywania przeciwciał lub antygeny, względnie do badania struktury wirusów o nieskaplikowanej budowie antygenowej.

Odczyn ten ma szczególnie duże zastosowanie w diagnostyce chorób wirusowych o przewlekłym przebiegu, m.in. w entozootycznej białaczce bydła, gdyż pozwala wykryć stosunkowo szybko zwierzęta zakażone, stanowiące źródło infekcji

Tab. 2. Współzależność pomiędzy średnicami baseników z surowicą oraz składem podłoża agarowego a występowaniem reakcji precypitacji

Nr surowicy	Żel agarowy			
	z dużymi basenikami	plus PEG z dużymi basenikami	z małymi basenikami	plus PEG z małymi basenikami
11/2315	1:4*	1:5	1:1	1:2
12/31	1:5	1:6	1:2	1:3
33/2178	1:4	1:5	1:1	1:2
39/2158	1:5	1:7	1:2	1:3
41/1966	1:2	1:3	—	—
44/2276	1:5	1:6	1:2	1:3
47/1568	1:5	1:6	—	1:2
48/2183	1:9	1:10	1:4	1:5
49/2187	1:9	1:10	1:4	1:5
50/2199	1:1	1:2	—	—

Objaśnienia: \* najwyższe rozcieńczenie surowicy reagującej dodatnio z antygenem EBB, — wynik ujemny.

dla sztuk zdrowych. Odczyn ten jednak nie zawsze pozwala na wykazanie swoistych przeciwciał u wszystkich sztuk chorych, co uwarunkowane jest zwykle niskim poziomem swoistych białek odpornościowych. W celu zwiększenia czułości odczynu, a tym samym podniesienia wartości użytkowej testu AGID, stosowanego do rozpoznawania EBB, wprowadzono dwie modyfikacje, które okazały się wiele przydatne. Zwiększenie średnicy baseników z 5 do 10 mm obniża liczbę studzienek z surowicami testowanymi i kontrolnymi, rozmieszczonymi wokół baseniku z antygenem EBB, tym samym podwyższa nieco koszt badania. Mimo to korzyści wynikające z wprowadzonych modyfikacji są bezsporne. Proponowany schemat i skład podłoża umożliwiają bowiem wykazanie niskiego poziomu przeciwciał w surowicach zwierząt, a więc u sztuk słabo reagujących lub też świeżo zakażonych.

Brak widocznej reakcji precypitacji w żelu przy niskim poziomie przeciwciał przeciwko EBB jest powszechnie znany i istnieje pełna zgodność co do tego, że klasycznym odczynem AGID wykrywa się mniejszy odsetek zwierząt, zawierających we krwi swoiste przeciwciała, niż przy pomocy odczynu radioimmunologicznego (14), testu ELISA (3, 12, 15, 21, 22), czy też próby hamowania tworzenia się zespólni komórek (6, 9). W związku z tym Bannenberg (2) opracował odmienny schemat nastawiania odczynu, stosując układ 3:3 zamiast 4:2 i wykazał wzrost reakcji dodatnich w układzie pierwszym, przy braku równocześnie reakcji fałszywie dodatnich lub ujemnych. Metoda ta nie zyskała jednak powszechnej aprobaty, ze względu na konieczność wprowadzania surowicy kontrolnej aż do 3 dołków na 6 stosowanych. Własna modyfikacja nie zwiększająca liczby dołków z surowicami kontrolnymi umożliwia bezbłędne odczytanie wyniku, który winien być sprawdzony powtórnie po 3 dniach. Przy niskim bowiem poziomie przeciwciał kompleks antygen-przeciwciała jest jeszcze niewidoczny i dopiero po następnym dwóch dniach pojawiają się linie precy-

pitacyjne. Dalsze przetrzymywanie płytek nie wpływa na zwiększenie odsetka wyników dodatnich.

Wprowadzenie polietylenowego glikolu — PEG 6000 w ilości 4% zostało podyktowane własnymi badaniami wstępnymi, które wykazały, że niższe stężenia PEG, tj. 1%, 2% i 3% nie wpływały wyraźnie na tworzenie się linii precypitacyjnych, natomiast podwyższenie koncentracji preparatu do 5% wywoływało zmatowienie podłoża, a tym samym utrudniało odczyty reakcji. Przyjęto więc na podstawie badań wstępnych 4% dodatek PEG do żelu jako najodpowiedniejszy przy równoczesnym zwiększeniu stężenia agaru Bacto Difco z 1,5% do 1,8%, w celu poprawienia konsystencji żelu. Przeprowadzone bowiem pilotowe doświadczenia z surowicą cielęcą i swoistą surowicą odpornościową króliczą wykazały obecność swoistych, wyraźnych linii precypitacyjnych przy dwukrotnie wyższym rozcieńczeniu surowicy odpornościowej (antygen rozcieńczono 1:2000), niż w podłożu bez PEG. Podobnie korzystne wyniki uzyskano przy użyciu standartowego antygeny EBB i swoistych surowic bydłych. Dane te są zgodne z wynikami Kostnera i Holasek (8), którzy pierwsi badali efekt polietylenowego glikolu o m.c. 6000 oraz dekstranu T 70 na wynik immunoelektroprecypitacji i zauważyli 5-krotny wzrost czułości odczynu. Badania własne wykazały wszakże tylko 2-krotnie wyższą czułość odczynu AGID po wprowadzeniu do żelu PEG 6000, jednakże należy podkreślić, że ww. autorzy stosowali inny odczyn i odmienny antygen, co bez wątpliwości, że dodatek polietylenowego glikolu do żelu agarowego wpływa zdecydowanie korzystnie na ujawnienie się reakcji precypitacji, szczególnie wówczas, gdy testowane surowice zawierają niski poziom przeciwciał lub też stosuje się małą koncentrację antygeny. Zjawisko to związane jest prawdopodobnie z obniżonym stopniem rozpuszczalności i wytrącania się kompleksów antygen-przeciwciała, co zostało wykorzystane w praktyce przy zagęszczaniu wirusów (17).

### Wnioski

1. Zmiana schematu nastawienia odczynu precypitacji w żelu agarowym, w porównaniu do obecnie stosowanego, umożliwia wykazanie w znacznie wyższym odsetku surowic swoistych przeciwciał przeciwko enzootycznej białaczce bydła.

2. Dodatek do podłoża agarowego polietylenowego glikolu w ilości 4% wpływa korzystnie na czytelność wyników podwyższając czułość odczynu AGID.

### Piśmiennictwo

1. Ban J., Zajac V., Altaner C., Cerny L.: Zentbl. Vet Med. B. 29, 591, 1982.
2. Banneberg T.: Zentbl. VetMed. B, 29, 676, 1982.
3. Behrens F., Ziegelmaier R., Toth T., Keyserlingk M., Forstner E.: Berl. Münch. tierärztl. Wschr. 92, 429, 1979.

4. Burridge M. J., Thurmond M. C., Miller J. M., Schmerr M. J. F., Van der Maaten M. J.: Am. J. vet. Res. 43, 1866, 1982.
5. Ferrer J. F., Avila L., Stock N. D.: Cancer Res. 32, 1864, 1972.
6. Graves D. C., McQuade M., Weibel K.: Am. J. vet. Res. 43, 960, 1982.
7. Hofirek B., Franz J., Svoboda I., Kabelik V., Horyna J., Salaj J.: Arch. exp. VetMed. 40, 324, 1986.
8. Kostner G., Holasek A.: Analyt. Biochem. 46, 680, 1972.
9. Liebermann H., Wittmann W., Riebe R., Starick E.: Arch. exp. VetMed. 39, 712, 1985.
10. Maaten Van der M. J., Müller J. M.: Bibl. Haematol. 43, 377, 1976.
11. Maaten Van der M. J., Müller J. M., Boothe A. D.: J. natn. Cancer Inst. 52, 491, 1974.
12. Mammerickx M., Postetelle D., Bruck C., Burny A.: Zentbl. VetMed. B. 31, 210, 1984.
13. Mammerickx M., Postetelle D., Burny A.: Zentbl. VetMed. B. 32, 526, 1985.
14. Mammerickx M., Postetelle D., Burny A., Leunen J.: Zentbl. VetMed. B. 27, 291, 1980.
15. Mammerickx M., Postetelle D., Nys J., Burny A.: Zentbl. VetMed. B. 32, 601, 1985.
16. Manz D., Wiegand D., Behrens F., Ziegelmaier R.: Zentbl. VetMed. B. 28, 280, 1981.
17. Methods in Virology. T. 5, wyd. Maramorosch K., Koprowski H. Acad. Press, New York, 1971, s. 86.
18. Miller J. M., Miller J. D., Olson C., Gillette K. G.: J. natn. Cancer Inst. 43, 1297, 1969.
19. Miller J. M., Olson C.: J. natn. Cancer Inst. 49, 1459, 1972.
20. Ouchterlony O.: Acta path. microbiol. scand. 32, 231, 1953.
21. Postetelle D., Bruck C., Mammerickx M., Burny A.: J. Virol. Meth. 6, 19, 1983.
22. Samól S., Peryt T., Ochmańska-Hecold M.: Zycie wet. 61, 2, 51, 1986.

Adres autora: prof. dr hab. Janusz Wawrzekiewicz, ul. Bolesława Chrobrego 1/19, 20-611 Lublin

Вавжкєвич Я., Платакис Е., Дзєдзиц Б. — Измєнєнная рєакция прєципитации в агаровом гєлє и єє применение в распознавании энзоотического лейкоза скота

Провели сравнительные исследования чувствительности и специфичности реакции преципитации в агаровом геле в распознавании энзоотического лейкоза скота. Исследования выполняли при помощи стандартного метода и модифицированного критерия, учитывающего собственные предварительные исследования. Модификации касались изменения состава агаровой среды и схемы установки реакции. Применили 1,8% агаровый гель Bacto-agar Difco с добавкой полиэтилена гликоля 6000 (PEG 6000) в количестве 4%. Изменение схемы установки реакции заключалось в вырезке колонок для исследуемых и контрольных сывороток диаметром 10 мм вместо 5 мм, при сохранении неизменного диаметра колонки, заполненной антигеном (5 мм). Отметили, что добавка PEG 6000 в количестве 4% является наиболее соответствующей, так как агаровый гель тогда достаточно прозрачен, а чувствительность реакции увеличивается в 2 раза. Зато сама измененная схема реакции позволила в 3 раза увеличить чувствительность реакции преципитации. Совместное применение этих модификаций вызвало ок. 4-кратный рост чувствительности критерия при отсутствии ложноположительных реакций. Отметили, что на 118 сывороток от коров из коровника, сильно зараженного вирусом лейкоза, и исследованных на наличие специфических противотел с применением отечественного производства получили при стандартном методе положительный результат в 53 случаях, а сомнительный результат — в 9. Добавка PEG 6000 при неизменной схеме реакции увеличила число положительных результатов до 65 при понижении сомнительных реакций до 6. Изменение же схемы и добавка PEG 6000 повысили число положительных и сомнительных результатов соответственно до 93 и 1.

Wawrzekiewicz J., Platakis J., Dziedzic R. — Altered agar gel immunodiffusion (AGID) test and its application to the diagnosis of enzootic bovine leukosis

Comparative examinations were carried out on the sensitivity and specificity of the altered agar gel immunodiffusion test in the diagnosis of enzootic bovine

leukosis. The studies were conducted by means of the standard method and the modified test on the grounds of own preliminary experiments. The modifications concerned the change in the composition of agar gel and the pattern of the test. There was employed 1.8 per cent agar gel (Bacto-agar Difco) with the addition of polyethylene glycol 6000 (PEG 6000) at the concentration of 4 per cent. The change in the established pattern consisted in making the wells of 10 mm in diameter designed for sera (instead of those of 5–6 mm) around the central well filled with antigen.

It was found that the addition of PEG 6000 in the amount of 4 per cent was most suitable: agar gel was then transparent enough and the sensitivity of the test increased two times. The change of the established

pattern enabled to obtain a 3 times repeated increase of the sensitivity of the test. These two combined modifications brought about a 4 times repeated augmentation of the sensitivity at the lack of any false positive reaction. Out of 118 sera, obtained from animals of the cow-shed infected with bovine leukosis virus, tested for the presence of specific antibodies by the use of antigen of Polish production, 53 gave positive reactions with the antigen when the standard technique was employed; doubtful results were observed in 9 cases. The addition of PEG 6000 increased the number of positive findings to 65 cases and caused a drop of doubtful reaction to six. The replacement of the pattern with a new one and the addition of PEG 6000 extended the number of positive reaction to 93; only one case was doubtful.

JANUSZ A. MADEJ

## Udział cukrowców błon komórkowych (glikoprotein i glikolipidów) w patogenezie białaczki limfatycznej u bydła

Katedra Anatomii Patologicznej i Weterynarii Sądowej Wydziału Weterynaryjnego AR, ul. C. Norwida 31, 50-375 Wrocław

### Udział retrowirusów w leukemogenezie

Wśród wirusów zdolnych do onkogenezy wyróżnia się zarówno niektóre RNA, jak i DNA wirusy. Onkogenne RNA należą do rodziny *Retroviridae*. W ich cząsteczce, obok innych białek, jest odwrotna transkryptaza (polimeraza DNA kierowana przez RNA) odpowiedzialna za syntezę DNA na matrycy wirusowego RNA. W genomie onkogennych retrowirusów znajdują się trzy geny oznaczone symbolami literowymi „gag” „pol” i „env” (19). Gen „gag” koduje białko strukturalne wirusa zawierającego antygeny grupowoswoiste, gen „pol” koduje odwrotną transkryptazę, a gen „env” — białka, które po glikolizacji wchodzi w skład otoczki wirusa. Onkogeny są obecne tylko w tych retrowirusach, które są zdolne do szybkiego indukowania nowotworów. Pozostałe retrowirusy — indukujące nowotwory wolniej lub w mniejszym odsetku — nie zawierają onkogenów (19).

Onkogeny wykryto u retrowirusów indukujących niektóre białaczki i mięsaki. W białaczce limfatycznej B receptorowej wykryto onkogen „ebl”, kodujący kinazę białkową (tyrozynową) w błonie komórkowej (3), w erytroleukemii onkogen „erb B”, który koduje białko podobne do receptora dla EGF (epidermal growth factor) w błonie komórkowej i błonach cytoplazmatycznych (6), w białaczce mieloblastycznej onkogen „myb” wiążący DNA w jądrze komórki (23), zaś w białaczce mielocytarnej onkogen „myc” — podobny do TCGF (T cell growth factor) kodujący białko w błonie komórkowej (33).

Enzootyczna białaczka bydła wywołana jest przez RNA retrowirus, tj. wirus BLV (bovine leukemia virus) typu C. Należy on do egzowirusów (29). Z wirusem BLV spokrewniony jest re-

trowirus C u ludzi typ I, II i III (HTLV — human T cell leukemia-lymphoma virus type I, II and III) — stanowiący prawdopodobnie, tak jak u bydła, czynnik egzogeny (31). Wirus ten izolowano z limfocytów T chłoniaka skóry oraz z białaczki T receptorowej (ATL — adult T leukemia/-/ (31).

### Interakcja między wirusem BLV a limfocytom prawidłowym

Istotą infekcji wirusa BLV jest jego przedostanie się do wnętrza komórki. Wymaga to wcześniejszego etapu przyłączenia się wirusa do powierzchni komórki, czyli natrafienie receptorów wirusa BLV na odpowiednie miejsce receptorowe błony komórkowej. Staje się to możliwe dzięki istnieniu na powierzchni wirusa struktur, mogących rozpoznawać miejsca receptorowe na błonach komórek gospodarza. Miejsca takie u wirusów nie posiadających zewnętrznej otoczki znajdują się na powierzchni kapsydów (10). W przypadku wirusów otoczkowych miejsca receptorowe są na błonie zewnętrznej, często posiadającej kolce lub wypustki (16). Na powierzchni wirusów obecne są także tzw. zespoły epitopowe, tj. hydrofobowe glikoproteiny, mogące stymulować produkcję przeciwciał i pobudzać limfocyty T gospodarza (15).

Zdolność adsorpcyjna wirusów jest hamowana przez przeciwciała skierowane przeciwko temu wirusowi. Niemniej istnieje przekonanie, że pokrycie wirusa przeciwciałami nie przeszkadza mu na ogół w przyłączaniu się do błony komórkowej gospodarza. Np. onkowirusy zawierają antygeny typowoswoiste (ts) oraz antygeny grupowoswoiste (gs) - (35). Antygeny „ts” reagują z przeciwciałami neutralizującymi wirus. Należą tu antygeny „Ve” związane z otoczką