

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN—POLONIA

VOL. XXXIV, 14

SECTIO C

1979

Instytut Biologii UMCS
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach
Zakład Biochemii i Fizjologii Roślin Uprawnych

Elżbieta JANKOWSKA-CHADAJ,
Michał GÓRSKI, Piotr M. GÓRSKI,
Marian JURZYSTA

**Wpływ saponin lucerny na niektóre wskaźniki biochemiczne
krwi i wątroby szczurów szczepu Wistar przy podaniu parenteralnym**

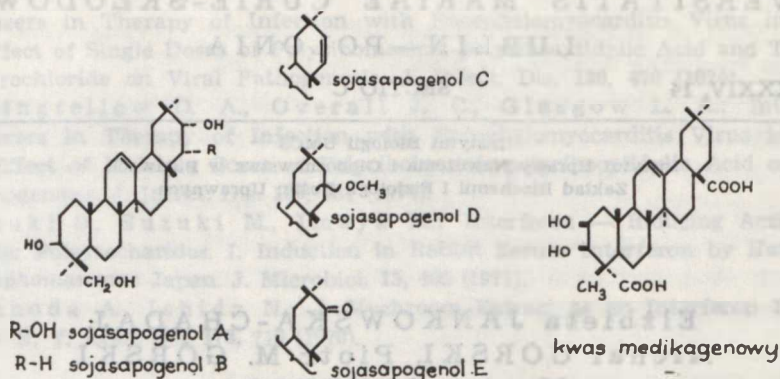
**Влияние сапонинов люцерны на некоторые биохимические показатели крови
и печени у крыс Wistar при парентеральном введении**

**The Effect of Parenterally Administered Alfalfa Saponins on some Biochemical
Parametres in Blood and Liver of the Wistar Rats**

Saponiny są naturalnymi składnikami ponad 70 rodzin roślin (16). Z roślin krajowych szczególnie bogate w saponiny są: *Saponaria officinalis*, *Primula officinalis*, *Aesculus hippocastanum*, *Calandula officinalis*, z których otrzymuje się leki ziołowe (3). Wśród roślin pastewnych dużą zawartością saponin odznaczają się rośliny motylkowe. W niektórych odmianach lucerny zawartość saponin dochodzi do 3% suchej masy. Saponiny są glikozydami roślinnymi zawierającymi w części aglikonowej sterdy lub trójterpeny pięciocykliczne. Aglikonami (sapogeninami) saponin lucerny są: kwas medikagenowy i sojasapogenole A, B, C, D, E, będące trójterpenami pięciocyklicznymi (ryc. 1).

Wiele saponin odznacza się dużą aktywnością biologiczną. Znane jest abiotyczne działanie na wirusy (22), bakterie (25) oraz rośliny wyższe (9). Dzięki swej aktywności biologicznej saponiny znalazły zastosowanie w farmakologii jako leki wykrztuśne, przeciwzapalne, grzybobójcze i inne (3, 17, 20, 26).

Saponiny lucerny wykazują również wysoką aktywność biologiczną i mogą wpływać szkodliwie na zwierzęta żywione lucerną. U przeżuwa-
czy pasza z lucerny może powodować wzdęcia, zatrucia, a nawet padnię-



Ryc. 1. Budowa aglikonów lucerny wg 6, 13
The structure of aglycones of alfalfa acc. to 6, 13

cia (16). Obserwowano również zahamowanie wzrostu kurcząt i nośności kur żywionych paszą z dużym dodatkiem mączki lucernowej (1). W pracach doświadczalnych wykazano, że saponiny lucerny oddziałują na metabolizm cholesterolu i lipidów w wątrobie myszy i przeziórki (19).

Saponiny występujące w lucernie można podzielić na mało aktywne biologicznie glikozydy sojasapogenoli i silnie aktywne glikozydy kwasu medikagenowego (19). Ishaaya i wsp. (8) wykazali słabe, hamujące działanie sojasapogenoli na cholinesterazę, trypsynę, pepsynę i papainę. Natomiast wysoka aktywność biologiczna saponin lucerny, wyrażająca się hemolizą czerwonych ciałek krwi, oraz hamowaniem wzrostu roślin i zwierząt wiąże się z obecnością glikozydów kwasu medikagenowego (19).

Badania mechanizmu hemolizy doprowadziły do stwierdzenia, że saponiny kwasu medikagenowego wiążą się z cholesterolem, fosfolipidami i białkami błon komórkowych czerwonych ciałek krwi, powodując ich zniszczenie (2). Aktywną częścią saponiny, działającą w tym procesie, jest nierozpuszczalny w wodzie aglikon (21).

W dostępnym piśmiennictwie nie znaleziono prac nad patologicznym działaniem saponin lucerny na narządy wewnętrzne i krew organizmów zwierzęcych po podaniu parenteralnym.

Celem naszej pracy było zbadanie zmian w krwi obwodowej oraz narządach wewnętrznych szczurów po parenteralnym podaniu saponin lucerny o różnej zawartości kwasu medikagenowego i sojasapogenoli.

MATERIAŁ I METODY

Do doświadczeń użyto 40 szczurów samców szczepu Wistar o ciężarze ciała 240—290 g. Zwierzęta były karmione paszą standardową. Od chwili podania saponin do momentu uśmiercenia nie otrzymywały pokarmu, a jedynie wodę do picia.

O godz. 9.00 zwierzętom wstrzykiwano domięśniowo saponiny lub sapogeniny w dawce 150 mg/kg ciężaru szczura.

Skład chemiczny, charakterystykę oraz metody izolacji użytych w badaniach saponin i sapogenin zestawiono w tab. 1 i 2.

Grupy doświadczalne liczyły po 5 osobników, zaś grupa kontrolna 10. Grupa pierwsza otrzymywała saponiny nasion lucerny mieszańcowej odmiany Kleszczewskiej (SNLM) rozpuszczone w 1 ml dwumetylosulfotlenku (DMSO). Grupa druga — saponiny liści lucerny mieszańcowej odmiany Grimma (SLLM) w płynie fizjo-

Tab. 1. Charakterystyka saponin lucerny użytych w doświadczeniu
Characteristics of alfalfa saponins used in the experiment

Saponiny i ich pochodzenie Saponins and their origin	Rozpuszczalność w H ₂ O Solubility in H ₂ O	Zawartość aglikonów Content of aglycones		Metoda izolacji i skład chemiczny według: Method of isolation and chemical composition acc. to:
		kwas medikagenowy medicagenic acid	sojasapogenole soyasapogenols	
Saponiny nasion lucerny mieszańcowej odmiany „Kleszczewska” (SNLM) Seed saponins of hybrid alfalfa — „Kleszczewska” variety (SNLM)	nierozpuszczalne insoluble	—	+++	(9)
Saponiny liści lucerny mieszańcowej odmiany „Grimma” (SLLM) Saponins of leaves of hybrid alfalfa — „Grimma” variety (SLLM)	łatwo rozpuszczalne well soluble	+++	+	(11)
Saponiny liści lucerny chmielowej odmiany „Renata” (SLLCh) Saponins of leaves of trefoil — „Renata” variety (SLLCh)	łatwo rozpuszczalne well soluble	+++	+++	(7)

Zawartość związków: +++ duża, + mała, — brak.

Content of compounds: +++ large, + small, — absence.

Tab. 2. Charakterystyka użytych w doświadczeniu sapogenin
Characteristics of sapogenins used in the experiment

Użyty związek Compound used	Rozpuszczalność w H ₂ O Solubility in H ₂ O	Metoda izolacji Method of isolation
Kwas medikagenowy Medicagenic acid	nierozpuszczalny insoluble	(12)
Sól sodowa kwasu medikagenowego Medicagenic acid Na-salt	rozpuszczalna soluble	(12)

Saponiny liści lucerny chmielonej odm. „Renata”
Saponins of leaves of trefoil — „Renata” variety

1,8 ± 0,13* 98 ± 9,1* 132 ± 4,9* 74 ± 3,4 73 ± 2,8 544 ± 31,6* 81 ± 6,8 2,3 ± 0,60 5100 ± 130*

Kwas medikagenowy + DMSO
Medicagenic acid + DMSO

4,0 ± 0,79* 58 ± 9,0* 85 ± 11,0* 51 ± 1,7* 45 ± 3,6* 266 ± 9,3 73 ± 6,2* 2,8 ± 0,47 5150 ± 93*

Sól sodowa kwasu medikagenowego
Sodium salt of medicagenic acid

5,4 ± 0,70* 83 ± 12,5* 127 ± 6,9* 65 ± 2,2 72 ± 4,4 558 ± 13,5* 51 ± 5,8* 3,0 ± 0,90 5350 ± 110*

DMSO

0,8 ± 0,11 41 ± 7,5* 121 ± 6,8* 80 ± 4,9 40 ± 3,9* 319 ± 12,1 62 ± 5,2* 1,8 ± 0,44 3970 ± 224

Kontrola
Control

0,6 ± 0,21 15 ± 2,1 33 ± 7,8 71 ± 6,6 73 ± 4,4 285 ± 22,3 98 ± 5,0 2,8 ± 0,59 3705 ± 41

- * Różnice statystycznie znaczne ($P < 0,05$) w stosunku do grupy kontrolnej.
- * Statistically significant differences ($P < 0,05$) in relation to the control group.

logicznym. Grupa trzecia — saponiny liści lucerny chmielowej odmiany Renata (SLLCh) w płynie fizjologicznym. Grupa czwarta — kwas medikagenowy w DMSO. Grupa piąta — sól sodową kwasu medikagenowego w płynie fizjologicznym. Grupa szósta — dwumetylosulfotlenek około 3 ml/kg ciężaru ciała szczura. Grupa siódma była grupą kontrolną.

Po 24 godz. od podania związków zwierzęta uśmiercano w narkozie eterowej i pobierano krew, w której określano:

- 1) poziom bilirubiny metodą kolorymetryczną (24),
 - 2) aktywność aminotransferazy alaninowej według metody Reitmanna i Fränkela (14),
 - 3) aktywność aminotransferazy asparaginianowej według metody Reitmanna i Fränkela (14),
 - 4) aktywność esteraż cholinowych metodą kolorymetryczną (15),
 - 5) poziom lipidów metodą wanilinową (14),
 - 6) poziom cholesterolu według metody Błaszczyńska (24),
 - 7) poziom glukozy metodą ortotoluidynową według Hultmana (24).
- W wycinkach z wątroby oznaczano:
- 8) poziom glikogenu metodą fenolową (5),
 - 9) poziom lipidów metodą wanilinową (14).

Celem stwierdzenia znamienności różnic pomiędzy wartościami wyników badań poszczególnych grup zwierząt zastosowano test t-Studenta, przyjmując jako kryterium znamienności $p < 0,05$. Wyniki badań biochemicznych zestawiono w tab. 3.

OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ I DYSKUSJA

W przeprowadzonych przez nas badaniach najwyższy poziom bilirubiny w surowicy krwi, świadczący o hemolizie czerwonych ciałek, stwierdzono u zwierząt, którym podano sól sodową kwasu medikagenowego lub kwas medikagenowy. Nieco niższy poziom bilirubiny znaleziono u zwierząt po saponinach SLLM i SLLCh zawierających oprócz glikozydów kwasu medikagenowego glikozydy sojasapogenoli. Nie znaleziono natomiast statystycznie znamiennych różnic pomiędzy grupą kontrolną a grupami zwierząt, które otrzymywały saponinę SNLM nie zawierającą glikozydów kwasu medikagenowego i DMSO.

Uzyskane wyniki wykazały, że podstawowym czynnikiem powodującym hemolizę czerwonych ciałek krwi jest kwas medikagenowy. Wywołuje on hemolizę zarówno w postaci rozpuszczalnej w wodzie soli sodowej, jak i po podaniu w DMSO. Mniej wyraźną hemolizę powodują glikozydy kwasu medikagenowego. Natomiast saponiny SNLM nie zawierające glikozydów kwasu medikagenowego, a wyłącznie glikozydy sojasapogenoli nie powodowały hemolizy.

Podwyższoną aktywność aminotransferazy asparaginianowej (AspAT) stwierdzono we wszystkich sześciu grupach doświadczalnych oraz w grupie zwierząt otrzymującej DMSO. W przypadku aminotransferazy alaninowej (AlAT) aktywność najwyższa była po saponinie SLLCh, soli sodo-

wej kwasu medikagenowego i po saponinie SLLM, a znacznie mniejsza po kwasie medikagenowym.

Podwyższoną aktywność AlAT w stosunku do kontroli zauważono po DMSO i saponinie SNLM. Nie stwierdzono natomiast różnic statystycznie znamiennych pomiędzy aktywnością AlAT i AspAT grupy zwierząt po DMSO i grupy po SNLM+DMSO.

Zwiększona aktywność aminotransferaz — enzymów wskaźnikowych — „nekrotycznych” w surowicy krwi, świadczy o uszkodzeniu komórek narządów mięszowych. Badania morfologiczne i histopatologiczne w przeprowadzonym doświadczeniu wykazały różnego stopnia uszkodzenie narządów mięszowych. Zmiany te zostaną omówione w oddzielnej pracy. Nieznacznie podwyższona aktywność AlAT oraz wyraźnie podwyższona aktywność AspAT po DMSO jest trudna do interpretacji. Być może, jest ona wyrazem stymulującego działania DMSO na enzymy. Podwyższoną aktywność szeregu enzymów *in vitro* w różnych stężeniach DMSO obserwowali R a m m l e r i M o n d e r (18).

Zmiany w aktywności aminotransferaz w naszym doświadczeniu były bardzo wyraźne, natomiast nie znaleziono różnic w aktywności esterazy cholinowej pomiędzy grupą kontrolną a grupami doświadczalnymi, z wyjątkiem grupy zwierząt, które otrzymywały kwas medikagenowy. I s h a a y a i B i r k piszą o hamującym działaniu glikozydów sojasapogenoli na aktywność cholinesterazy, chymotrypsyny i trypsyny (8). Również w ostrych zatruciach na przykład związkami fosforowymi występuje spadek aktywności cholinesterazy (23).

Znamienne obniżenie poziomu cholesterolu w surowicy krwi wystąpiło po podaniu kwasu medikagenowego i saponiny SNLM+DMSO oraz DMSO. Nie stwierdzono natomiast znamiennych różnic pomiędzy grupą, która otrzymywała DMSO, a pozostałymi dwiema grupami, w których DMSO był użyty jako rozpuszczalnik. Spostrzeżenia te mogą sugerować, że główną przyczyną obniżenia poziomu cholesterolu w surowicy krwi był DMSO. C h e e k e donosi, że saponiny znajdujące się w karmie mogą obniżyć poziom cholesterolu u zwierząt o jednym żołądku, natomiast tylko nieznacznie zmieniają poziom cholesterolu u zwierząt przeżuwających (4).

Badano również poziom lipidów w surowicy krwi oraz w tkance wątrobowej. Znamienne podwyższenie lipidów w surowicy krwi powodowały kolejno: sól sodowa kwasu medikagenowego oraz saponiny SLLCH, SLLM. Saponina SNLM, nie zacierająca kwasu medikagenowego, wywołała najniższe, choć znamienne, zwiększenie zawartości lipidów w surowicy krwi. Nie stwierdzono natomiast statystycznie znamiennych różnic po DMSO i kwasie medikagenowym. Równocześnie nastąpiło jednak bardzo znaczne zwiększenie zawartości lipidów w tkance wątrobowej. Badania histochemiczne wycinków z wątroby potwierdzają te obserwacje.

Uzyskane wyniki pokrywają się z doniesieniami autorów, którzy obserwowali zwiększoną syntezę lipidów w wątrobie pod wpływem saponin z *Bupleurum falcatum* przy pomocy znakowanego octanu ^{14}C (27). Roshef natomiast stwierdził po doustnym podaniu saponin znaczne obniżenie poziomu lipidów w tkance wątrobowej myszy (19). Uzyskane przez obu autorów odmienne spostrzeżenia mogą wynikać z różnego sposobu podania saponin. Związki te po podaniu parenteralnym są 10—1000 razy bardziej toksyczne niż po podaniu doustnym (4).

Użyte w doświadczeniu saponiny oraz kwas medikagenowy powodują znamienne statystycznie obniżenie poziomu cukru w surowicy krwi szczurów. Jednak prawie wszystkie te wartości mieszczą się w granicach wahań fizjologicznych. Nie stwierdzono natomiast różnic w zawartości glikogenu w tkance wątrobowej pomiędzy grupą kontrolną a doświadczalnymi, co może wynikać z 24-godzinnego głodzenia zwierząt.

Z badań wynika, że nie wszystkie saponiny lucerny wykazują jednakową toksyczność. Saponiny zawierające w części aglikonowej kwas medikagenowy są bardzo toksyczne a glikozydy sojasapogenoli — mniej.

Doświadczenia żywieniowe przeprowadzone na zwierzętach jednoząłdkowych wykazały, że zawartość saponin w paszy przekraczająca 0,2% wpływa hamująco na wzrost i produktywność badanych zwierząt (1). Działanie saponin w przypadku parenteralnej drogi podania jest wielokrotnie silniejsze niż przy podaniu przez przewód pokarmowy, również patomechanizm zmian w narządach jest różny. Jak wynika z przeprowadzonych badań, najsilniejsze działanie toksyczne wykazują glikozydy kwasu medikagenowego. A więc nie ogólna zawartość saponin lucerny przeznaczonych do celów żywieniowych jest istotna, lecz zawartość w tej paszy toksycznych glikozydów kwasu medikagenowego.

WNIOSKI

1. Najbardziej aktywne działanie hemolityczne wykazuje kwas medikagenowy i jego sól sodowa. Nieco słabiej działają saponiny SLLM i SLLCh zawierające kwas medikagenowy.

2. Saponina SNLM nie powoduje hemolizy, gdyż nie zawiera glikozydów kwasu medikagenowego.

3. Uszkodzenie narządów wewnętrznych, którego przejawem jest znaczne zwiększenie aktywności enzymów wskaźnikowych AlAT, AspAT w surowicy krwi, występuje pod wpływem kwasu medikagenowego, jego soli oraz saponin SLLM i SLLCh zawierających glikozydy kwasu medikagenowego.

4. Zwiększenie aktywności enzymów wskaźnikowych po saponinie SNLM i DMSO pozostaje na poziomie wartości kontroli po DMSO.

5. Podwyższenie poziomu lipidów w tkance wątrobowej powodują wszystkie badane związki, zaś w surowicy krwi — te związki, z wyjątkiem kwasu medikagenowego.

6. Badane saponiny nie wpływają na aktywność cholinesterazy w surowicy krwi.

7. Badane saponiny nie mają wpływu na zawartość glikogenu w wątrobie, powodują natomiast nieznaczne obniżenie poziomu glukozy w surowicy krwi.

PIŚMIENNICTWO

1. Anderson J. O.: Effect of Alfalfa Saponins on the Performance of Chicks and Laying Hens. *Poultry Sci.* **36**, 873—876 (1957).
2. Assa Y., Shany S., Gestetner B., Tencer Y., Birk Y., Bondt A.: Interaction of Alfalfa Saponins with Components of the Erythrocyte Membrane in Hemolysis. *Biochem. Biophys. Acta* **307**, 83—91 (1973).
3. Cebo B., Krupińska J., Sobańska H., Mazur J., Czarnecki R.: Własności farmakologiczne frakcji saponinowych z surowców krajowych: *Saponaria officinalis*, *Primula officinalis*, *Aesculus hippocastanum*. *Herba polonica* **2**, 154—162 (1976).
4. Cheeke P. R.: Nutritional and Physiological Implications of Saponins: A Review. *Can. J. Anim. Sci.* **30**, 118—120 (1971).
5. Curtius H. Ch., Roth M.: *Clinical Biochemistry. Principles and Methods* **2**, 1217 (1974).
6. Djerassi C., Thomas D. B., Livingston A. L., Thompson C. R.: Terpenoids XXXI. The Structure and Stereo-Chemistry of Medicagenic Acid. *J. Am. Chem. Soc.* **79**, 5292—5297 (1957).
7. Górski P. M.: Saponiny lucerny chmielowej (*Medicago lupina* L.). Przygotowana do opublikowania w Pam. Puł. (1980).
8. Ishaaya I., Birk Y.: Soybean Saponins. The Effect of Proteins on the Inhibitory Activity of Soybean Saponins on Certain Enzymes. *J. Food Sci.* **30**, 118—120 (1965).
9. Jurzysta M.: Saponiny nasion lucerny mieszańcowej i chmielowej (*Medicago media* Pers. et *Medicago lupina* L.). Praca doktorska. Akad. Roln., Lublin 1970.
10. Jurzysta M.: Effect of Saponins Isolated from Seeds of Lucerne on Germination and Growth of Cereal Seedlings. *Zeszyty Nauk. Uniw. M. K. Toruń, Biol.* **XIII**, 2—23, 253—256 (1975).
11. Jurzysta M.: Zawartość i skład chemiczny saponin trzech krajowych odmian lucerny (*Medicago media* Pers.). *Pam. Puł.* **62**, 99—107 (1975).
12. Jurzysta M.: Sposób otrzymywania kwasu medikagenowego z surowca roślinnego. Polski Urząd Patentowy. Zgłoszenie patentowe P-45-1-772-43289 (1979).
13. Kitakowa I., Yoshikawa M., Yosioka I.: Saponin and Sapogenol. XIII. Structures of Three Soybean Saponins: Soyasaponin I, Soyae Saponin II, and Soyasaponin III. *Chem. Pharm. Bull.* **24**, 121—129 (1976).
14. Kokot F.: *Metody badań laboratoryjnych stosowanych w klinice*. PZWL, Warszawa 1969.

15. Krawczyński J.: Diagnostyka enzymologiczna w medycynie praktycznej. PZWL, Warszawa 1972.
16. Lindahl I. L., Davis R. E., Tertell R. T.: Alfalfa Saponins, Studies on Their Chemical, Pharmacological, and Physiological Properties in Relation to Ruminant Bloat. U.S. Dept. Agr. Tech. Bull. 1161, 60—63 (1957).
17. Ożarowski A.: Ziółolecznictwo. PZWL, Warszawa 1976.
18. Rammler D. H.: The Effect of DMSO on Several Enzyme Systems. Ann. N. Y. Acad. Sci. 138, 291—301 (1966).
19. Reshef G., Gestetner B., Brik Y., Bondi A.: Effect of Alfalfa Saponins on the Growth and Some Aspects of Lipid Metabolism of Mice and Quails. J. Sci. Fd. Agric. 27, 63—72 (1976).
20. Schlösser E.: Cyclamin, an Antifungal Resistance Factor in *Cyclamen* Species. Acta Phytopath. Acad. Sci. Hung. 6, 85—95 1971.
21. Segal R., Schlösser E.: Role of Glycosidases in the Membranolytic, Antifungal Action of Saponins. Arch. Microbiol. 104, 147—150 (1975).
22. Sinsheimer J. E., Rao G. S., McIlhenny H. M., Smith R. V., Massab H. F., Cochran K. W.: Isolation and Antiviral Activity of the Gymnemic Acids. Experientia 24, 302—303 (1968).
23. Szczeklik E.: Enzymologia kliniczna. PZWL, Warszawa 1974.
24. Tomaszewski L.: Mikrometody biochemiczne w laboratorium klinicznym. PZWL, Warszawa 1970.
25. Trzenschik V., Przyborowski R., Miller K., Liner B.: Antimikrobielle Eigenschaften der *Sanicula* — Saponine. Pharmazie 22, 715—718 (1967).
26. Yamamoto M., Kumagai A., Yamamura Y.: Structure and Action of Saikosaponins Isolated from *Bupleurum falcatum* L. I. Anti-Inflammatory Action of Saikosaponins. Arzneim — Forsch. (Drug. Res.) 25, 1021—1023 (1975).
27. Yamamoto M., Kumagai A., Yamamura Y.: Structure and Action of Saikosaponins Isolated from *Bupleurum falcatum* L. II. Metabolic Action of Saikosaponins, Especially a Plasma Cholesterol — Lowering Action. Arzneim—Forsch. (Drug. Res.) 25, 1240—1243 (1975).

РЕЗЮМЕ

Крысы Wistar получали внутримышечно в дозе 150 мг/кг сапонины люцерны с разным содержанием медикагеновой кислоты и соясапорогеноля, а также медикагеновую кислоту и ее натриевую соль. Через 24 часа наблюдали значительный рост уровня билирубина в сыворотке крови, свидетельствующем о гемолизе эритроцитов. Самое большое гемолитическое действие оказывает медикагеновая кислота и ее натриевая соль, несколько меньшее — гликозиды медикагеновой кислоты. Сапонин SNLM не содержащий гликозидов медикагеновой кислоты, гемолиза не вызывает.

Значительный рост активности глутаматаланинтрансаминазы и глутаматаспартаттрансаминазы в сыворотке крови, свидетельствующий о повреждении внутренних органов, вызывали сапонины медикагеновой кислоты, а также медикагеновая кислота и ее натриевая соль. Рост активности аминотрансфераз, вызванный сапонинами, не содержащими медикагеновой кислоты (SNLM) был на уровне контроля диметилсульфоокиси. Исследуемые нами сапонины вызывали отчетливое повышение уровня липидов в сыворотке крови и ткани печени.

В то же время наблюдали незначительное влияние сапонинов на метаболизм углеводов. Подчеркнута главная роль медикагеновой кислоты в токсическом действии сапонинов люцерны.

SUMMARY

Alfalfa saponins containing varying amounts of medicagenic acid and soya-sapogenol glycosides as well as medicagenic acid and medicagenic acid Na-salt were parenterally administered to rats. Twenty-four hours after the injection of 150 mg/kg b.w. of each investigated saponin the concentration of bilirubin in the blood serum was determined. The highest increase in bilirubin level in the serum was found after medicagenic acid Na-salt and medicagenic acid administration. A somehow weaker effect was found after administration of medicagenic acid glycosides. The increase in bilirubin level was indicative of the highest haemolytic action of medicagenic acid and its glycosides. Saponins containing only soya-sapogenols (SNIM) cause no haemolysis.

The increase of "liver destruction enzymes" (ALAT — alanine transferase and AspAT — asparagine transferase) activities in the blood serum was found after injection of medicagenic acid and its glycosides. There was a slight increase in the activity of ALAT and AspAT after administration of soya-sapogenol glycosides + dimethyl sulfoxide (DMSO); however, it was similar to that of DMSO control. The concentration of lipids in the blood serum and the liver was increased by all investigated saponins as well as by DMSO. However, only a small effect of saponins was found on carbohydrate metabolism. The main role of medicagenic acid in the toxicity of alfalfa meal was discussed.

... the ... of ...

... on ...

... and ...

Alain ... containing ...

The increase of liver ...

... of ...

REFERENCES

... (1971) ...