

LESZEK TYMCZYNA, LEON SABA

Powstawanie i metody neutralizacji amoniaku w pomieszczeniach dla drobiu

Instytut Żywności i Higieny Zwierząt Wydziału Zootechnicznego AR Lublin,
ul. Akademicka 13, 20-934 Lublin

Powstawanie amoniaku uzależnione jest od obecności substancji azotowych tj. białka, mocznika, amidów, a głównie kwasu moczowego oraz aktywności niespecyficznych drobnoustrojów powodujących ich rozkład. Szybkość rozkładu uzależniona jest od bardzo wielu czynników m.in. od rodzaju ściółki, jej składu, temperatury, wilgotności i pH (6, 19, 20). Ivoš i wsp. (10) stwierdzili, że zawartość związków azotowych jest niska jedynie w pierwszym miesiącu użytkowania ściółki. W ściółce, na której utrzymywano nioski, ilość azotu wahała się od 0,96% w pierwszym miesiącu do 2,85% po 10 miesiącach użytkowania. W ściółce, na której utrzymywano brojlery, ilość azotu 5 dnia wynosiła 1,48%, a między 26—70 dniem wahała się od 2,24—3,89%.

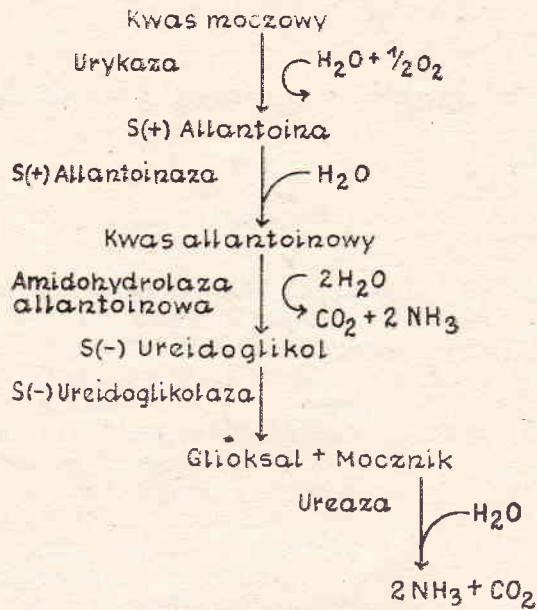
Szczególnie korzystne warunki dla powstania amoniaku stwarza wysoka temperatura powietrza, stąd też amoniak stwierdzany jest w nadmiarze w pomieszczeniach ogrzewanych i źle wentylowanych, tym bardziej, że ogrzewanie obniżając wilgotność powietrza powoduje zwiększoną zawartość tzw. „wolnego amoniaku” tj. gazu nie związanego jeszcze z wodą. Właściwości fizyczne i chemiczne ściółki zmieniają się dość szybko w trakcie jej użytkowania, niemniej stałym elementem jest nagromadzenie substancji azotowych. Zmienia się także ilość i jakość mikroorganizmów. Wiele drobnoustrojów wykazuje swoją aktywność dopiero przy odpowiednim odczynie środowiska. Przy niesprzyjających warunkach giną lub ograniczają swój rozwój, a na ich miejsce namnażają się inne, dla których warunki stają się optymalne (10, 23). Wielu autorów podaje, w związku z tym, że w ściółce następuje pewna sukcesja mikroorganizmów. W tab. 1 przedstawiono główne grupy mikroorganizmów zdolne do rozkładu kwasu moczowego.

Okazuje się, że nie wszystkie drobnoustroje bytujące w ściółce są zdolne do rozkładu kwasu moczowego do amoniaku. Niektóre z nich doprowadzają rozkład kwasu moczowego tylko do mocznika lub innych przejściowych produktów, gdyż nie posiadają enzymów pozwalających na całkowitą przemianę do amoniaku. Ogromny jednak konglomerat mikroorganizmów ściółki i ich kombinowany efekt działania prowadzi do powstawania amoniaku. Rozkład kwasu moczowego do amoniaku jest wynikiem całego splotu reakcji, której schemat przedstawiono na ryc. 1.

Jak już wspomniano charakterystyczna jest zmiana rodzaju mikroorganizmów rozkładających kwas moczowy. Fakt ten został potwierdzony w wielu badaniach. Dennis i Gee (8) obserwując mikroflorę świeżej i wielokrotnie używanej ściółki stwierdzili, że w ściółce użytkowanej w jednym cyklu produkcyjnym dominującymi drobnoustrojami były: *Trichoderma spp.*, *Aureobasidium pullulans* i *Hyalodendrom lignicola*. Natomiast w drugiej rotacji w tej samej ściółce dominowały: *Scopulariopsis brevicolis* i *Aspergillus spp.* Bacon i Burdick (4) oznaczyli w ściółce brojlerów 18 rodzajów grzybów zdolnych do wzrostu i rozwoju. Lovett i wsp. (13) wyizolowali ze ściółki 17 rodzajów grzybów. Stwierdzili, że dominującym grzybem w ściółce kwaśnej był *Penicillium spp.*, natomiast przy zmianie pH na alkaliczny dominował *Scopulariopsis spp.* Bardzo charakterystyczne zmiany mikroorganizmów występują również wśród bakterii urykolitycznych.

Tab. 1. Mikroorganizmy zdolne do rozkładu kwasu moczowego (wg Vogelsa i Van Der Drifta)

Bakterie	Grzyby	Promieniowce
<i>Alcaligenes eutrophus</i>	<i>Penicillium brevicaulis</i>	<i>Nocardia otitiscaviarum</i>
<i>Micrococcus denitrificans</i>	<i>P. chrysogenum</i>	<i>N. polichromogenes</i>
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>P. citres-viride</i>	<i>N. opaca</i>
<i>Arthrobacter globiformis</i>	<i>P. frequentans</i>	
<i>Aerobacter aerogenes</i>	<i>P. glaucum</i>	
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	<i>P. notatum</i>	
<i>Enterobacter cloacae</i>	<i>Aspergillus flavus</i>	
<i>Serratia marcescens</i>	<i>A. nidulans</i>	
<i>Proteus vulgaris</i>	<i>A. niger</i>	
<i>Erwinia herbicola</i>	<i>A. glaucus</i>	
<i>Paracolonobacterium aerogenoides</i>	<i>A. oryzae</i>	
<i>Proteus mirabilis</i>	<i>Botrytis bassiana</i>	
<i>P. iconstans</i>	<i>Geotrichum candidum</i>	
<i>P. morgani</i>	<i>Gliocladium sp.</i>	
<i>Bacillus megaterium</i>	<i>Neurospora crassa</i>	
<i>B. guano</i>	<i>Sporotrichum gougeroti</i>	
<i>B. subtilis var. niger</i>	<i>Trichophyta violaceum</i>	
<i>B. fastidiosus</i>	<i>Phytophthora ifestans</i>	
<i>Pseudomonas acidovorans</i>	<i>Mucor spinosus</i>	
	<i>Rhizopus nigricans</i>	
	<i>Cunninghamella elegans</i>	
	<i>N. sitophila</i>	



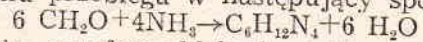
Ryc. 1. Schemat rozkładu kwasu moczowego wg Bacharacha

Schefferle (19) oraz Burnet i Dondero (6) podają, że w procesie rozkładu kwasu moczowego bierze udział zaledwie 25% ogólnej ilości bakterii, przy czym większe znaczenie przypisuje się bakteriom tlenowym, ze względu na fakt występowania u nich enzymów biorących udział w kolejnych reakcjach rozkładu kwasu moczowego.

Głównym problemem zoohigienicznym jest usuwanie amoniaku z powietrza budynków. Najprostszym sposobem jest intensywna wymiana powietrza, która w warunkach klimatu Polski jest nie zawsze możliwa i skuteczna. Zainteresowanie zatem budzą inne sposoby jego neutralizowania. Chemiczne kontrolowanie wydzielania amoniaku wydaje się być dość proste, gdyż gaz ten jest absorbowany przez wodę i łatwo reaguje z wieloma związkami chemicznymi. Zaletą takiego środka powinien jednak być: brak toksycznego wpływu na organizm zwierząt, niski koszt oraz łatwość zastosowania. Neutralizacja amoniaku odbywać się może w wyniku chemicznego wiązania z niektórymi związkami chemicznymi, obniżania pH ściółki, dzięki czemu zmniejsza się ilość drobnoustrojów w podłożu, lub też obniżania ilości drobnoustrojów w przewodzie pokarmowym ptaków. Rolę taką spełniać może szereg środków, z których część znalazła zastosowanie w warunkach doświadczalnych i produkcyjnych.

Paraformaldehyd. Formaldehyd jest środkiem o szerokim spektrum działania niszczącym wirusy, bakterie, grzyby i promieniowce. Związek ten rozkłada się szybko w zetknięciu z powietrzem, wydzielając gaz formaldehydowy, przy czym proces ten odbywa się szybciej w wyższej temperaturze i wilgotności ściół-

ki oraz powietrza (20). Reakcja neutralizacji amoniaku przebiega w następujący sposób:



Działanie paraformaldehydu jako środka do kontroli poziomu amoniaku okazało się skuteczne, lecz środek ten rozkłada się dość szybko i po pewnym okresie traci swoje neutralizujące właściwości.

Seltzer i wsp. (20) stwierdzili, że dodatek 4,5 kg paraformaldehydu na 26 m² powierzchni ściółki obniżał poziom amoniaku do 5 ppm tj. stężenia, którego człowiek nie wyczuwa. Jednakże po upływie ok. 21 dni koncentracja amoniaku dość szybko wzrastała przekraczając 100 ppm. Dlatego też niektórzy autorzy (15, 20) sugerują jego powtórne stosowanie. Natomiast Veleso i wsp. (24) nie zaobserwowali żadnych chorobowych zmian u brojlerów utrzymywanych na ściółce, zawierającej ten związek lecz sugerują, że najwyższe stężenie nie może przekraczać 3% ze względu na bardzo przykry zapach gazu wyczuwany przez pewien okres przez obsługę. Zastosowanie tego środka, pomimo dobrych właściwości neutralizujących, jest jednak problematyczne, ze względu na podejrzenia o karcinogenne działanie.

Superfosfati i kwas fosforowy. Jednozasadowy fosforan wapnia występujący w handlowym superfosfacie używany był od dość dawna do zatrzymywania azotanów w nawozie i kontrolowania wydzielania amoniaku w pomieszczeniach dla drobiu (3). Reece i wsp. (18) dodawali do ściółki superfosfat w ilości 0,4 kg/m² i 1,0 kg/m² oraz 2,5 molarny kwas fosforowy (1,7 l/m² ściółki). Działanie tych związków polegało na obniżaniu pH ściółki, a tym samym ograniczaniu rozwoju bakterii powodujących rozkład związków azotowych. Wydzielanie amoniaku było bardzo niskie, gdy pH ściółki wynosiło 7,0 natomiast osiągało wysokie poziomy, gdy odczyn wzrastał powyżej pH 8,0. Kwas fosforowy był efektywny w kontrolowaniu wydzielania amoniaku, lecz okres skuteczności działania wynosił 10 dni. Natomiast superfosfat i kwas fosforowy stosowane łącznie traciły zupełnie swoje właściwości dopiero po 17 dniach od traktowania.

Kwas octowy i propionowy. Do obniżania poziomu amoniaku używano kwasów octowego i propionowego jako pojedynczych związków lub w połączeniu. Parhurst i wsp. (17) dodawali do ściółki z trocin sosnowych 1% i 3% mieszaninę kwasu octowego i propionowego (w stosunku 60% kwas octowy i 40% kwas propionowy). Osiągnięte dzięki temu znaczne obniżenie pH ściółki, utrzymujące się przez 2 i 3 tygodnie powodowało redukcję mikroorganizmów w ściółce i wydzielanie amoniaku. Jednakże po upływie tego okresu odczyn wzrastał powyżej pH 6,0, co wpływało na ponowny szybki rozwój mikroorganizmów.

Zeolity. Bardzo popularnymi w wielu krajach środkami kontrolowania wydzielania amoniaku są zeolity, czyli krystaliczne glinokrzemiany. Są one kopalinami mającymi zdolność wychwytywania i tracenia wody bez strukturalnych zmian. Posiadają również właściwości absorbowania niektórych gazów, w tym NH_3 . Używano ich przez długi okres do dezynfekcji wody w wylęgarniach ryb, zapobiegania występowaniu chorób jelitowych u prosiąt i cieląt. Tori (22) wykazał, że mieszając zeolity ze ściółką, bądź umieszczając je w pojemnikach zawieszanych pod stropami, wyraźnie — bo o 30% — zmniejszono zawartość tego gazu w powietrzu. Nakae i wsp. (14) stosowali zeolit pod nazwą Clinoptilolite w ilości 5 kg/m^2 ściółki. Uzyskali dzięki temu obniżenie poziomu amoniaku w powietrzu od 15 do 35%. Obserwowali również, że ściółka zmieszana z tym zeolitem była mniej wilgotna i nie ulegała zbryleniu, co miało bezpośredni wpływ na zmniejszenie ilości występowania uszkodzeń okolicy grzebienia piersiowego brojlerów. Jedynym problemem w tym przypadku był nieznaczny wzrost zapylenia powietrza.

W ostatnich latach prowadzi się szereg badań nad wpływem dodatku zeolitów do paszy w celu obniżenia ilości mikroorganizmów u ptaków. Onagi (16) stwierdza, że podawanie ich do karmy kurczętom rasy Leghorn poprawiło zużycie paszy i podwyższało przyrosty masy ciała. Ponadto kał kurcząt otrzymujących zeolity zawierał o 25% mniej wody, co miało duże znaczenie w utrzymaniu odpowiedniego mikroklimatu. Podobne badania przeprowadzone przez Willisa i wsp. (26) wykazały, że zeolity podawane wraz z paszą podwyższają przyrosty. Jednak autorzy zwracają uwagę na fakt, że związki te nie są jednolite w budowie chemicznej i w zależności od pochodzenia różnie wpływają na efekty produkcyjne i zdrowotne. W badaniach tych stwierdzili, że 3% dodatek clinoptilolite do pasz podwyższył przyrosty o 50 g/szt., w porównaniu do grupy żywionej paszą kontrolną, w której zamiast zeolitu zastosowano 3% dodatek obojętnego materiału. Nakae i Koelikier (14) stosowali zeolit, clinoptilolite do paszy brojlerów. Uzyskane wyniki wskazują, że związek ten poza wpływem na rozwój bakterii — powodować może powstawanie nieprzyjemnego rybiego zapachu pochodzącego ze ściółki ptaków żywionych tym zeolitem.

Czynione są próby skonstruowania urządzeń oczyszczających powietrze, gdzie czynnikiem sanizującym i pochłaniającym amoniak byłoby zeolity (12). Być może urządzenia takie znajdują zastosowanie w pomieszczeniach dla zwierząt.

Bentonit. Omawiając znaczenie zeolitów nie sposób nie wspomnieć o bentonicie, który jest mieszaniną minerałów ilastych, zawierających obok glino-krzemianów związki sodu, wapnia, magnezu, żelaza i cynku. Cechuje go zna-

czny stopień jonowymienności i zdolność do wiązania amoniaku, która wg Bartosa i Habrdy (5) oraz Slaniny i wsp. (21) wynosi od 6—12 $\text{mg NH}_3/1 \text{ g}$. Istotnym mankamentem bentonitu jest fakt, że w długotrwałym kontakcie z wodą tworzy żele, które mogą powodować pogorszenie właściwości fizycznych ściółek. Wstępne obserwacje praktyczne wskazują na pewien stopień przydatności bentonitu.

Inne związki chemiczne. Narasimhalu i wsp. (15) porównywali działanie 5 związków chemicznych redukujących populacje bakteryjne w ściółce. Zastosowali pirosiarczyn sodu, podchloryn sodu, podchloryn wapnia, kwasy propionowy i taninowy oraz formaldehyd (w stężeniach 0,01%, 0,05%, 0,1% i 0,5%). Podchloryn sodu i pirosiarczyn sodowy były najbardziej skuteczne w niszczeniu bakterii tlenowych, ponadto podchloryn silnie redukował bakterie z grupy *coli*. Wartościowymi związkami grzybobójczymi okazały się pirosiarczyn sodowy i podchloryn wapnia. Wykazano także, że łączne stosowanie podchlorynu sodu, pirosiarczynu sodu i formaldehydu jest szczególnie efektywne w obniżaniu populacji bakteryjnych w ściółkach. Także kwasy propionowy i taninowy w połączeniu z formaldehydem redukowały populacje bakterii i grzybów w odchodach.

Antybiotyki. Stosując antybiotyki jako stymulatory wzrostu i rozwoju u ptaków, zwrócono uwagę na ich działanie obniżające ilość mikroorganizmów w ściółkach (1). Kitai i Arakowa (11) określili pod tym kątem przydatność thiopeptinu, caprylohydroxamicu oraz cynk-bacytracyny. Wykazali, że dodatek dwu pierwszych preparatów w ilości 100 mg/kg kału obniżał bardzo wyraźnie wydzielanie amoniaku, działanie zaś kwasu caprylohydroxamicu było wyraźnie słabsze.

Środki fungistatyczne. W badaniach nad wpływem fungistatyków tj. fioletu gencyjany w stężeniach 8 ppm. i kwasu sorbowego w koncentracji 400 ppm oraz mieszaniny kwasu sorbowego i adypinowego w koncentracji po 200 ppm, wykazano ich silne działanie na populację grzybów (2).

Na rynku amerykańskim wprowadzono preparat kompleksowy o nazwie Litter-Aid®, który jak wynika z ogólnej informacji podanej przez Huffa i wsp. (9) składa się w 95% z siarczanu żelazowego oraz kwasu propionowego, węglanu wapnia i magnezu oraz siarczanu miedzi w nieznanach proporcjach. Preparat ten podawany w zależności od potrzeb w dawkach 0,73 i 1,46 kg/m^2 , powoduje obniżenie pH ściółki przez 7 tyg., tym samym redukuje poziom drobnoustrojów, co zmniejsza nie tylko wytwarzanie amoniaku, ale także chemicznie wiąże wolny gaz.

Reasumując przegląd piśmiennictwa dotyczący metod usuwania amoniaku z pomieszczeń drobiarskich odpowiedzieć trzeba na dwa pytania: po pierwsze, czy poprzez stosowanie środków chemicznych można w dostatecznym stopniu zapewnić optymalny poziom amoniaku i po drugie, który z przedstawionych preparatów może znaleźć praktyczne zastosowanie w warunkach naszego kraju. Wobec faktu, że na chemiczny skład powietrza wpływa nie tylko amoniak, ale także inne gazy (H_2S , CH_4 , CO_2), zgodzić się trzeba ze stwierdzeniem niektórych autorów, że stosowanie środków chemicznych może być jedynie czynnikiem wspomagającym, a główną rolę odgrywać powinna wentylacja, której skuteczne działanie warunkowane jest konstrukcją budynków zapewniającą dodatni bilans cieplny. Wśród omawianych środków chemicznych najbardziej skuteczne wydają się być zeolity. Jak już wspomniano w warunkach naszego kraju pewne nadzieje wiązać można z bentonitem. W dalszym ciągu uznaje się przydatność superfosfatu z uwagi na łatwość zastosowania i wartość nawozową. Wydaje się także, że pełną wartość posiadają kwasy: fosforowy, propionowy i octowy, choć ich zastosowanie jest znacznie trudniejsze.

Piśmiennictwo

1. *Alvares A. P., Harbes L. H., Visek W. J.*: J. Nutr. 82, 93, 1964.
2. *Arraja A. S., Miles R. D., Harms R. H., Chen T. C., Dilworth B. C., Day E. J., Difate V. G., Romoser C. L., Shaver K. J.*: Poul. Sci. 58, 1462, 1979.
3. *Bacharach U.*: J. gen. Microbiol. 17, 1, 1957.
4. *Bacon C. W., Burdick D.*: Poul. Sci. 56, 653, 1977.
5. *Bartoš J., Habrda J.*: Vet. Med. Praga 19, 707, 1974.
6. *Burnett W. E., Dondero N. C.*: Cornell Univ. Conf. on Agricultural Waste Managemnt. 1969, 271.
7. *Cotterill O., Nordsog A. W.*: Poul. Sci. 33, 432, 1954.
8. *Dennis C., Gee J. M.*: J. gen. Microbiol. 78, 101, 1973.
9. *Huff W. E., Malone G. W., Chatoupka G. W.*: Poul. Sci. 63, 2167, 1984.
10. *Ivos J., Asaj A., Merlanovic L. J., Madzirev Z.*: Poul. Sci. 45, 676, 1966.
11. *Kitai K., Arakawa A.*: Br. Poul. Sci. 20, 55, 1979.
12. *Koelliker J. K., Nakaua H. S., Hellickson M. L., Miner J. R.*: Soc. Agric. Engin. Tech. Paper 78, 4044, 1978.
13. *Lovett J. R., Messer J. W., Read R. B.*: Poul. Sci. 50, 746, 1971.
14. *Makaua H. S., Koelliker J. K.*: Poul. Sci. 60, 944, 1981.
15. *Naransimhalu P., McRae K., Gregorie R.*: Can. J. Anim. Sci. 61, 1075, 1981.
16. *Onagi T.*: Rep. Yamagata Stock Raising. Inst.: 1966, 7.
17. *Parkhurst C. R., Hamilton P. B., Baughman G. R.*: Poul. Sci. 53, 801, 1974.
18. *Reece F. N., Bates B. J., Lott B. D.*: Poul. Sci. 58, 754, 1979.
19. *Schefferie H. E.*: J. appl. Bact. 28, 412, 1965.
20. *Seltzer W., Moum S. G., Goldhaft T. M.*: Poul. Sci. 48, 1912, 1969.
21. *Slanina L., Lehocky J., Sokol J., Rosival I., Burdova O.*: Vet. Med. Praga 18, 465, 1973.
22. *Torii K.*: J. Anim. Sci. 45, 1188, 1974.
23. *Tymczyna L.*: Badania nad przydatnością wielokrotnie wykorzystywanych ścioków w chowie brojlerów. Cz. I. Annls Univ. Mariae Curie-Skłodowska sec. EE (w druku).
24. *Veleso J. R., Hamilton P. B., Parkhurst C. R.*: Poul. Sci. 53, 78, 1974.
25. *Vogels G. D., Van Drift*: Bact. Rev. 40, 403, 1976.
26. *Willis W. L., Quarles C. L., Fagerberg D. J., Shutze J. V.*: Poul. Sci. 61, 433, 1982.

Adres autora: dr Leszek Tymczyna, ul. Lawinowa 3 m 43, 20-954 Lublin

Z HISTORII WETERYNARII

ERYK ADAMCZYK

Pomniki prawa sanitarno-żywnościowego we Wrocławiu

Katedra Higieny Produktów Zwierzęcych Wydziału Weterynaryjnego AR,
ul. Cypriana K. Norwida 31, 50-375 Wrocław

Leżący na głównych szlakach komunikacyjnych Europy, a także w trójkącie ścierających się interesów Polski, Czech i Niemiec — Wrocław był także miejscem koncentracji wpływów kulturowo-cywilizacyjnych od najdawniejszych czasów państwowości tych krajów. Tutaj spotykali się władcy ówczesnych mocarstw, by regulować spory o Śląsk, tutaj również tworzono pomniki kultury materialnej i dokumenty prawn-administracyjne, uznawane często jako nowatorskie w Europie Środkowej. W dyplomacie (nauce dokumentu) Śląsk i Wrocław są najbogatszą skarbnicą archiwalną Polski. Rolę polityczną miasta warunkowały również rozwiązania gospodarcze i sanitarne, będące zasługą rozsądnych władców, a później mądrej władzy municypalnej. Przedstawiciele obu form władzy wprowadzali nowinki i rozwiązania techniczne ze świata w życie publiczne miasta.

Wrocław — jak każde inne średniowieczne miasto — stał się również ośrodkiem rzemiosła i handlu. Dotyczyło to także rzemiosła rzeźniczego, rzeźni oraz przepisów sanitarno-porządkowych związanych z produkcją i obrotem mięsem. Przepisy prawa dotyczące rzeźni, kramów mięsnych i cechu rzeźniczego, znajdujących się we Wrocławiu lub w jego sąsiedztwie należą do pierwszych w Europie. Pierwszym z nich jest przywilej księcia Henryka Brodatego Piasta, wydany dla klasztoru trzebnickiego w 1224 r., o prawie budowy rzeźni i sprzedaży mięsa we Wrocławiu (5). Również drugi dokument dotyczący rzeźni, pochodzący z 1242 r., wyprzedza zapiski innych miast Polski i Europy. Kronika rzeźni wrocławskich (1, 4), wydana przez magistrat Wrocławia w 1900 r. podaje, że stara rzeźnia (kutlownia) została sprezentowana przez księcia Bolesława Rogatkę wójtowi miasta w związku z powtórą lokacją