

Impact of layer diet formulation on manure composition

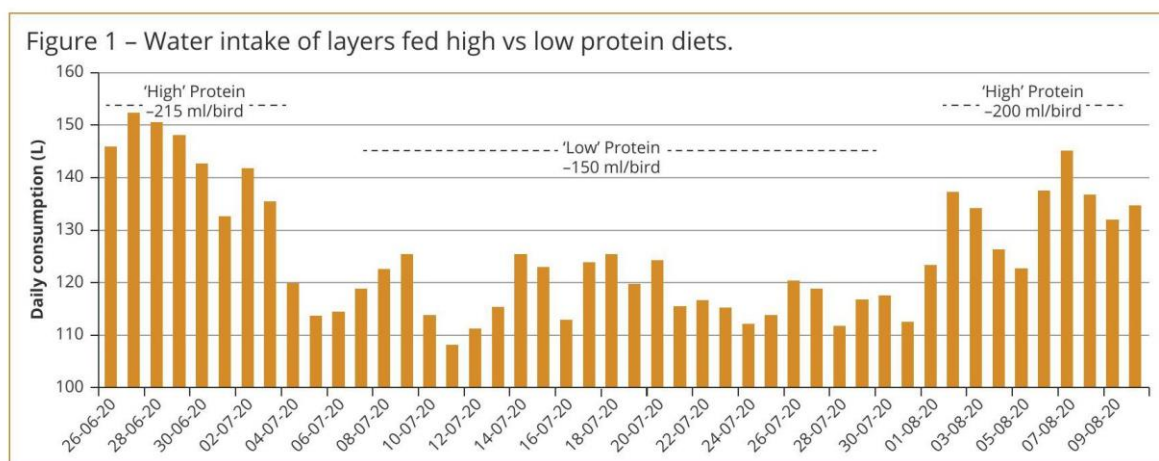
The daily manure production of a laying hen is roughly equal to its feed intake at around 100g, as birds digest about 80% of feed dry matter and that fresh manure is initially close to 20% dry matter. Diet composition and its effect on water intake impacts manure quality, its handling characteristics, environmental load and value.

BY STEVE LEESON

Manure can be a valuable commodity as a fertiliser for arable land, although there is often imbalance in manure volume generated from large farms compared to the local land base of such farms. One environmental issue is therefore responsible application of layer manure to meet yearly crop yields. In this regard our focus is on nitrogen and phosphorus content of manure. The handling characteristics of manure are mainly influenced by its moisture content and/or the ability of manure to "adsorb" moisture. Manure moisture is directly influenced by the birds' water intake and this can be greatly influenced by diet composition. Within controlled environment layer houses there is the added concern about ammonia release from manure that accumulates even just over a 7d period between mechanical clean-outs. In open-sided layer houses manure consistency is a very practical management concern, as is the impact that manure moisture has on fly populations.

Nitrogen

Table 1 shows calculations for the yearly output of manure phosphorus and nitrogen based on a range of diet nutrient levels and as impacted by feed intake. The values for nitrogen are quite easy to predict since there is an almost constant relationship between diet CP and its digestibility. The almost 50% increase in diet CP from 14-20% is mirrored in the same 50% increase in manure nitrogen output calculated at any given feed intake. Comparable calculations for phosphorus balance (Table 1) are perhaps more subject to contention. Phytase enzyme is almost universally used in layer diet where it "releases" some 0.12% of phosphorus from plant based phytic acid. These calculations assume such a single dose use of phytase. What has not been included in the calculations shown in Table 1 is the variable "availability" of phosphorus dependent on diet supply. In this regard % phosphorous digestibility/availability is increased when feeding low levels rather than high levels of phosphorus. For this reason, the calculations of output of phosphorus shown in Table 1 are probably underestimates at the higher levels of diet inclusion, and overestimates for lower diet inclusion levels.



Land base

Table 2 shows the land base required for responsible application of layer manure for growing either corn or wheat. In these calculations it's assumed that these crops require 170kg N/hectare and 35kg P/hectare (70kg P205/hectare). The main limitation for manure application is the nitrogen content of manure, the responsible application of which requires almost twice as much land as does responsible disposal of the phosphorous in the same manure.

While most regulatory agencies are focused on N and P land disposal, there is also concern about some trace minerals and especially zinc. Virtually 90% of zinc in feed is deposited in manure, so balance and excretion rates are easily calculated. Each year, these 10,000 layers produce manure that contains about 50kg of elemental zinc, or about 1 kg/hectare as dictated by the land base for used for nitrogen application. This application is much less than the 2-4kg Zn/Hectare commonly applied to increase corn yield.

Manure consistency

Although there are no other real issues regarding the phosphorus loading of manure, the level of protein and nitrogen in feed can have major effects on manure consistency, since diet CP directly influences the layers' water intake. Figure 1 shows the effect of feeding a high vs low protein layer diet on the bird's water intake. In this study the high protein diet formulated to around 19% while the low-protein diet (with the same level of amino acids) was formulated to a maximum of 15%. When fed the high protein diet, the layers initially drank around 215ml water/bird/day. After 7d the birds were suddenly changed to the low-protein diet and water intake immediately declined to 150ml/bird/day and remained at this level until some 28d later when the high protein diet was reintroduced, when water intake immediately increased to 205ml/bird/day. This quite dramatic picture of water intake shows the potential for manipulating diet CP as a means of water conservation, as well as the added benefit to dryer manure from birds fed less protein.



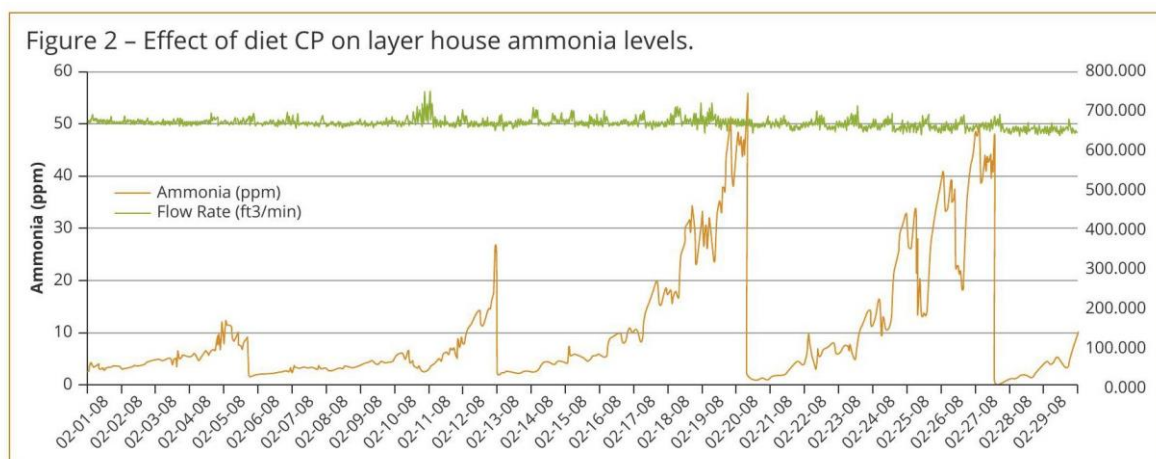
Using less 'crude protein' together with phytase and protease enzymes give us options in increasing environmentally-acceptable manure application rates and potential for reducing ammonia release.

PHOTO: KOOS GROENEWOLD

Ammonia release

In controlled environment layer houses, diet CP/N also impact the potential for ammonia release from manure. About 50% of the nitrogen in layer manure is in the form of uric acid and via the action of bacterial uricase and urease enzymes, this nitrogenous source can be converted to ammonia. The degree of ammonia release is increased at higher temperatures and with adequate supply of water and oxygen and being most prevalent when manure is alkaline. Figure 2 shows the cyclic pattern of ammonia build-up in a controlled environment research facility equipped with

continuous monitoring for in-house ammonia levels. Standard management practice was belt cleanout of manure on a weekly basis. At the start of the study, layers were fed a 15%CP diet. Over the first 7d of the study, ammonia level increased to 10ppm, and then to almost zero following weekly manure removal. This pattern was repeated in the second week. At that time the diet was changed to 20%CP (same amino acids and all other nutrients). Over the next week the ammonia level increased to just over 50ppm, then to zero following clean-out and returned to 50ppm ammonia over the next 7d. Ventilation rate was intentionally unchanged across the one-month study. These data clearly show the impact of layer diet CP on ammonia production and without change in ventilation rate, the levels of ammonia achieved are problematic for both layers and farm staff.



Electrolytes

The other major dietary component impacting manure composition is the level and balance of various electrolytes. As we increase diet sodium, potassium, chloride, and sulphate, so layers will drink more water. In most production situations, electrolyte levels are kept to a minimum so as to limit water intake. Only in situations of heat distress is this a questionable management practice, since stimulating water intake is critical where there is potential for heat stress mortality and where manure moisture content must assume secondary consideration. Most of the dietary potassium originates in soybean meal, while most sodium comes from additives such as salt and sodium bicarbonate. The anions also come from salt, together with other supplements that can be high in either chloride or sulphate- the latter assuming importance if one considers that sulphate was a component of Mongins' original equation, being subsequently dismissed due to low dietary inclusions used at that time. Drinking water can also be a significant contributor to intakes of sodium, chloride, and sulphates. Table 3 outlines the effect of graded and very high levels of sodium and potassium on water intake and manure moisture. As expected, the effects of graded levels of sodium and potassium are very similar, where on average water intake increases by about 1.3% per 0.01% increase in either cation. Likewise, these same increments of either sodium or potassium increases manure moisture by about 1%.

When salt is added to layer diets its often assumed that sodium is the main factor affecting water consumption and so wetter manure. In reality, the chloride ion has a major impact on water intake, and hence one of the reasons behind replacing salt with sodium bicarbonate in layer diets (Table 4). Two other dietary factors that impact manure moisture, or at least manure handling characteristics, are pelleting and fiber composition of diets. It is generally recognized that optimum layer performance is seen when using pelleted diets ostensibly due to limited segregation of ingredients and nutrients. However, pelleting per se (vs mash diets) invariably results in wetter manure, the exact cause of which has never been adequately resolved.

Table 2 – Effect of diet nutrients on land base required manure application.

		Hectares of corn/wheat land needed/10.000 layers						
		Daily feed intake/bird						
Total diet P (%)	Manure P (%)	80g	85g	90g	95g	100g	105g	110g
0,3	0,12	10	11	11	12	13	13	14
0,35	0,14	12	12	13	14	15	15	16
0,4	0,16	13	14	15	16	17	18	18
0,45	0,18	15	16	17	18	19	20	21
0,5	0,2	17	18	19	20	21	22	23
0,55	0,22	18	20	21	22	23	24	25
0,6	0,24	20	21	23	24	25	26	28

		Hectares of corn/wheat land needed/10.000 layers						
		Daily feed intake/bird						
Total diet CP (%)	Manure N (%)	80g	85g	90g	95g	100g	105g	110g
14	1,34	23	25	26	27	29	30	32
15	1,44	25	26	28	29	31	32	34
16	1,54	26	28	30	31	33	35	36
17	1,63	28	30	32	33	35	37	39
18	1,73	30	32	33	35	37	39	41
19	1,82	31	33	35	37	39	41	43
20	1,92	33	35	37	39	41	43	45

Table 3 – Effect of high levels of sodium or potassium on layer water balance (adapted from Smith and others, 2000).**Diet potassium**

	0.23%	0.5%	0.75%	1.0%	1.5%	2.0%
Water intake ml/d	205	220	235	260	305	370
Manure moisture %	55	66	68	70	74	80

Diet sodium

	0.16%	0.55%	0.94%	1.33%	1.7%	2.1%
Water intake ml/d	140	190	255	335	350	410
Manure moisture %	65	74	79	81	85	85

Table 4 – Effect of adding 0.25% diet sodium as either bicarbonate or chloride to layer diets (adapted from Smith and others, 2000).

	Sodium Bicarbonate	Sodium Chloride
Water intake	200 ml/d	240 ml/d
Manure moisture	72.5%	74.0%

Effect of fiber

There is surprisingly little information on the effect of dietary fiber on layer manure characteristics. While it's generally recognized that adding fiber "improves" manure handling characteristics, there is little research information to support such anecdotal assumptions. Regardless, adding 1-2% insoluble fiber is a very common practice aimed at improving the physical appearance of manure and its handling characteristics. While NSPs have been long known to cause viscous manure, it's only more recently that the addition of insoluble fiber has been considered. It's thought that certain fibers imbibe water, which is more commonly referred to as "water binding capacity". Cellulose and hemicellulose have relatively high WBC while that of lignin is minimal. Interestingly pectin's have perhaps the best WBC of any fiber, but unfortunately this occurs at acidic pH and so can hinder hind-gut activity. It appears smaller particles of fiber (0.15mm vs 0.4mm) have better WBC mainly due to there being increased physical surface area for water capture. Such binding of water impacts manure consistency, usually without affecting manure moisture content. Ingredient and nutrient composition of layer diets can obviously impact the nutrient and physical characteristics of layer manure. The nitrogen and phosphorus content of diets directly influence the deposition of these nutrients in manure. Using less "crude protein" together with phytase and protease enzymes give us options in increasing environmentally-acceptable manure application rates and potential for reducing ammonia release. A very practical concern about layer manure on commercial farms is its moisture content, especially within open-sided housing systems. Manure moisture is a factor of the birds' water intake, and as such higher levels of protein and both anions and cations encourage water intake of high producing layers. Judicious use of insoluble fiber on the other hand can improve the physical appearance of manure and so its handling characteristics.

Wpływ składu diety kur niosek na skład odchodów

Dzienna produkcja obornika przez kurę noską jest w przybliżeniu równa spożyciu paszy i wynosi około 100 g, ponieważ ptaki trawią około 80% suchej masy paszy, a świeży obornik jest początkowo zbliżony do 20% suchej masy. Skład diety i jej wpływ na pobór wody wpływa na jakość obornika, jego właściwości, obciążenie środowiska i wartość.

STEVE LEESON

Obornik może być cennym towarem jako nawóz dla gruntów ornych, chociaż często występuje nierównowaga w ilości obornika wytwarzanego przez duże gospodarstwa w porównaniu z lokalną bazą gruntów takich gospodarstw. Jedną z kwestii środowiskowych jest zatem odpowiedzialne stosowanie obornika kur niosek w celu osiągnięcia rocznych plonów. W związku z tym skupiamy się na zawartości azotu i fosforu w oborniku. Na właściwości użytkowe obornika wpływa głównie jego wilgotność i/lub zdolność obornika do "adsorpcji" wilgoci. Wilgotność obornika zależy bezpośrednio od spożycia wody przez ptaki, a na to z kolei duży wpływ może mieć skład diety. W kurnikach z kontrolowanym środowiskiem istnieje dodatkowa obawa o uwalnianie amoniaku z obornika, który gromadzi się nawet w ciągu 7-dniowego okresu między mechanicznymi czyszczeniami. W nioskach z otwartymi ścianami konsystencja obornika jest bardzo praktycznym problemem w zarządzaniu, podobnie jak wpływ wilgotności obornika na populację much.

Azot

Tabela 1 przedstawia obliczenia dotyczące rocznej produkcji fosforu i azotu z obornika w oparciu o zakres poziomów składników odżywczych w diecie i pod wpływem spożycia paszy. Wartości dla azotu są dość łatwe do przewidzenia, ponieważ istnieje prawie stała zależność między CP diety a jej strawnością. Prawie 50% wzrost CP w diecie z 14-20% jest odzwierciedlony w tym samym 50% wzroście produkcji azotu w oborniku obliczonym przy danym spożyciu paszy. Porównywalne obliczenia dla bilansu fosforu (Tabela 1) są być może bardziej kontrowersyjne. Enzym fitaza jest prawie powszechnie stosowany w diecie niosek, gdzie "uwalnia" około 0,12% fosforu z roślinnego kwasu fitynowego. Obliczenia te zakładają stosowanie fitazy w pojedynczej dawce. To, czego nie uwzględniono w obliczeniach przedstawionych w tabeli 1, to zmienna "dostępność" fosforu zależna od podaży w diecie. W tym względzie % strawności/dostępności fosforu wzrasta przy karmieniu raczej niskimi niż wysokimi poziomami fosforu. Z tego powodu obliczenia wydajności fosforu przedstawione w tabeli 1 są prawdopodobnie niedoszacowane przy wyższych poziomach zawartości fosforu w diecie i przeszacowane przy niższych poziomach zawartości fosforu w diecie.



Rodzaj gruntu

Tabela 2 przedstawia wymagania dla gruntów pod uprawę kukurydzy lub pszenicy przy odpowiedzialnym stosowaniu nawozów naturalnych. W obliczeniach przyjęto, że uprawy te wymagają 170 kg N/hektar i 35 kg P/hektar (70 kg P205/hektar). Głównym ograniczeniem w stosowaniu obornika jest zawartość azotu w oborniku, którego odpowiedzialne stosowanie wymaga prawie dwa razy więcej ziemi niż odpowiedzialne usuwanie fosforu zawartego w tym samym oborniku.

Podczas gdy większość agencji regulacyjnych koncentruje się na utylizacji N i P, istnieją również obawy dotyczące niektórych minerałów śladowych, a zwłaszcza cynku. Praktycznie 90% cynku w paszy odkłada się w oborniku, więc bilans i wskaźniki wydalania można łatwo obliczyć. Każdego roku te 10 000 niosek produkuje obornik, który zawiera około 50 kg cynku pierwiastkowego lub około 1 kg na hektar, co jest uwarunkowane rodzajem gleby przeznaczonej do nawożenia azotem. Jest to znacznie mniej niż 2-4 kg Zn/hektar powszechnie stosowane w celu zwiększenia plonów kukurydzy.

Konsystencja obornika

Chociaż nie ma innych rzeczywistych kwestii związanych z ładunkiem fosforu w oborniku, poziom białka i azotu w paszy może mieć duży wpływ na konsystencję obornika, ponieważ CP diety bezpośrednio wpływa na pobór wody przez nioski. Rysunek 1 przedstawia wpływ żywienia niosek dietą wysokobiałkową i niskobiałkową na pobór wody przez ptaki. W tym badaniu dieta wysokobiałkowa stanowiła około 19%, podczas gdy dieta niskobiałkowa (z tym samym poziomem aminokwasów) stanowiła maksymalnie 15%. Karmione dietą wysokobiałkową nioski początkowo wypijały około 215ml wody/ptaka/dzień. Po 7 dniach ptaki zostały nagle przestawione na dietę niskobiałkową, a spożycie wody natychmiast spadło do 150ml/ptaka/dzień i pozostało na tym poziomie do około 28 dni po ponownym wprowadzeniu diety wysokobiałkowej, kiedy to spożycie wody natychmiast wzrosło do 205ml/ptaka/dzień. Ten dość dramatyczny obraz poboru wody pokazuje potencjał manipulowania CP diety jako środka oszczędzania wody, a także dodatkową korzyść dla suszenia obornika od ptaków karmionych mniejszą ilością białka.



FOTO: KOOS GROENEWOLD

Stosowanie mniejszej ilości "surowego białka" wraz z enzymami fitazy i proteazy daje nam możliwość zwiększenia dopuszczalnych dla środowiska dawek nawozu naturalnego i potencjalnego zmniejszenia uwalniania amoniaku.

Uwalnianie amoniaku

W fermach niosek z kontrolowanym środowiskiem, CP/N diety ma również wpływ na potencjalne uwalnianie amoniaku z obornika. Około 50% azotu w oborniku niosek występuje w postaci kwasu moczowego i poprzez działanie enzymów bakteryjnych urykazy i ureazy, to źródło azotu może zostać przekształcone w amoniak. Stopień uwalniania amoniaku wzrasta w wyższych

temperaturach i przy odpowiednim zaopatrzeniu w wodę i tlen, a jest najbardziej nasilony, gdy obornik ma odczyn zasadowy. Rysunek 2 przedstawia cykliczny wzorec gromadzenia się amoniaku w kontrolowanym środowisku badawczym wyposażonym w ciągły monitoring poziomu amoniaku. Standardową praktyką zarządzania było cotygodniowe usuwanie obornika. Na początku badania nioski były karmione dietą 15%CP. W ciągu pierwszych 7 dni badania poziom amoniaku wzrósł do 10ppm, a następnie prawie do zera po cotygodniowym usuwaniu obornika. Wzorec ten powtórzył się w drugim tygodniu. W tym czasie dieta została zmieniona na 20%CP (te same aminokwasy i wszystkie inne składniki odżywcze). W ciągu następnego tygodnia poziom amoniaku wzrósł do nieco ponad 50 ppm, a następnie do zera po oczyszczeniu i powrócił do 50 ppm amoniaku w ciągu następnych 7 dni. Tempo wentylacji celowo pozostało niezmienione w ciągu miesięcznego badania. Dane te wyraźnie pokazują wpływ CP diety niosek na produkcję amoniaku i bez zmiany szybkości wentylacji, osiągnięte poziomy amoniaku są problematyczne zarówno dla niosek, jak i personelu fermy.



Elektrolity

Innym ważnym składnikiem diety wpływającym na skład odchodów jest poziom i równowaga różnych elektrolitów. Wraz ze wzrostem zawartości sodu, potasu, chlorków i siarczanów w diecie, nioski będą pić więcej wody. W większości sytuacji produkcyjnych poziom elektrolitów jest utrzymywany na minimalnym poziomie, aby ograniczyć spożycie wody. Jedynie w przypadku upałów jest to kwestionowana praktyka zarządzania, ponieważ stymulowanie poboru wody jest krytyczne w przypadku potencjalnej śmiertelności z powodu stresu cieplnego, a zawartość wilgoci w oborniku musi mieć drugorzędne znaczenie. Większość potasu w diecie pochodzi ze śrutu sojowej, podczas gdy większość sodu pochodzi z dodatków, takich jak sól i wodorowęglan sodu. Aniony również pochodzą z soli, wraz z innymi dodatkami, które mogą być bogate w chlorki lub siarczany - te ostatnie nabierają znaczenia, jeśli weźmie się pod uwagę, że siarczan był składnikiem oryginalnego równania Monginsa, który został następnie odrzucony ze względu na niskie dawki żywieniowe stosowane w tamtym czasie. Woda pitna może również w znacznym stopniu przyczyniać się do spożycia sodu, chlorków i siarczanów. Tabela 3 przedstawia wpływ stopniowanych i bardzo wysokich poziomów sodu i potasu na pobór wody i wilgotność obornika. Zgodnie z oczekiwaniami, wpływ stopniowanych poziomów sodu i potasu jest bardzo podobny, gdzie średnie spożycie wody wzrasta o około 1,3% na każde 0,01% wzrostu któregośkolwiek z kationów. Podobnie, te same przyrosty sodu lub potasu zwiększają wilgotność obornika o około 1%.

Kiedy sól jest dodawana do diet dla niosek, często zakłada się, że sól jest głównym czynnikiem wpływającym na zużycie wody, a tym samym na większą wilgotność obornika. W rzeczywistości jon

chlorkowy ma główny wpływ na pobór wody, a zatem jest to jeden z powodów zastąpienia soli wodorowęglanem sodu w dietach dla niosek (Tabela 4). Dwa inne czynniki żywieniowe, które wpływają na wilgotność obornika lub przynajmniej na jego właściwości, to granulowanie i skład błonnika w diecie. Powszechnie uznaje się, że optymalna wydajność niosek jest widoczna przy stosowaniu diet granulowanych, rzekomo ze względu na ograniczoną segregację poszczególnych składników i substancji odżywczych. Jednak granulowanie samo w sobie (w porównaniu z dietami zacierowymi) niezmiennie skutkuje bardziej mokrym obornikiem, którego dokładna przyczyna nigdy nie została odpowiednio rozwiązana.

Tabela 2 - Wpływ składników odżywczych diety na wymaganą dawkę obornika.

Wymagane hektary kukurydzy/pszenicy/10 000 niosek.									
Dzienne spożycie paszy / ptaka									
Całkowita dawka	P (%)	Obornik P (%)	80g	85g	90g	95g	100g	105g	110g
0,3		0,12	10	11	11	12	13	13	14
0,35		0,14	12	12	13	14	15	15	16
0,4		0,16	13	14	15	16	17	18	18
0,45		0,18	15	16	17	18	19	20	21
0,5		0,2	17	18	19	20	21	22	23
0,55		0,22	18	20	21	22	23	24	25
0,6		0,24	20	21	23	24	25	26	28

Wymagane hektary kukurydzy/pszenicy/10 000 niosek.									
Dzienne spożycie paszy / ptaka									
Całkowita dawka	CP (%)	Obornik N (%)	80g	85g	90g	95g	100g	105g	110g
14		1,34	23	25	26	27	29	30	32
15		1,44	25	26	28	29	31	32	34
16		1,54	26	28	30	31	33	35	36
17		1,63	28	30	32	33	35	37	39
18		1,73	30	32	33	35	37	39	41
19		1,82	31	33	35	37	39	41	43
20		1,92	33	35	37	39	41	43	45

Tabela 3 Wpływ wysokiego poziomu sodu lub potasu na gospodarkę wodną kur niosek (zaadaptowane z Smith i inni, 2000).

Dieta potasowa

	0.23%	0.5%	0.75%	1.0%	1.5%	2.0%
Pobór wody ml/d	205	220	235	260	305	370
Wilgotność odchodów %	55	66	68	70	74	80

Dieta sodowa

	0.16%	0.55%	0.94%	1.33%	1.7%	2.1%
Pobór wody ml/d	140	190	255	335	350	410
Wilgotność odchodów %	65	74	79	81	85	85

Tabela 4 Wpływ dodania 0,25% dawki sodu w postaci wodorowęglanu lub chlorku do diety kur niosek (zaadaptowane z Smith i inni, 2000).

	Wodorowęglan sodu	Chlorek sodu
Pobór wody	200 ml/d	240 ml/d
Wilgotność obornika	72.5%	74.0%

Wpływ błonnika

Istnieje zaskakująco mało informacji na temat wpływu błonnika pokarmowego na właściwości obornika. Chociaż powszechnie uważa się, że dodanie błonnika "poprawia" właściwości obornika, istnieje niewiele informacji badawczych na poparcie takich niepotwierdzonych założeń. Niezależnie od tego, dodawanie 1-2% nierozpuszczalnego błonnika jest bardzo powszechną praktyką mającą na celu poprawę fizycznego wyglądu obornika i jego właściwości użytkowych. Podczas gdy od dawna wiadomo, że NSP powodują lepkość obornika, dopiero od niedawna rozważa się dodanie nierozpuszczalnego błonnika. Uważa się, że niektóre włókna wchłaniają wodę, co jest częściej określane jako "zdolność wiązania wody". Celuloza i hemiceluloza mają stosunkowo wysoką WBC, podczas gdy lignina wykazuje minimalną. Co ciekawe, pektyny mają prawdopodobnie najlepsze WBC ze wszystkich włókien, ale niestety występuje to przy kwaśnym pH, a zatem może utrudniać aktywność jelit końcowych. Wydaje się, że mniejsze cząstki włókna (0,15 mm vs 0,4 mm) mają lepsze WBC, głównie ze względu na zwiększoną powierzchnię fizyczną do wychwytywania wody. Takie wiązanie wody wpływa na konsystencję obornika, zwykle bez wpływu na jego wilgotność. Skład składników i substancji odżywczych w dietach dla niosek może oczywiście wpływać na właściwości odżywcze i fizyczne obornika. Zawartość azotu i fosforu w diecie bezpośrednio wpływa na odkładanie się tych składników odżywczych w oborniku. Stosowanie mniejszej ilości "surowego białka" wraz z enzymami fitazy i proteazy daje nam możliwość zwiększenia dopuszczalnych dla środowiska dawek nawozu naturalnego i potencjalnego zmniejszenia uwalniania amoniaku. Bardzo praktycznym problemem związanym z odchodami niosek w gospodarstwach komercyjnych jest ich wilgotność, zwłaszcza w systemach chowu otwartego. Wilgotność obornika jest czynnikiem wpływającym na pobór wody przez ptaki, a wyższe poziomy białka oraz anionów i kationów sprzyjają poborowi wody przez wysoko wydajne nioski. Z drugiej strony, rozsądne stosowanie nierozpuszczalnego błonnika może poprawić fizyczny wygląd obornika, a tym samym jego właściwości użytkowe.