

Katarzyna Szwedziak  
Zakład Techniki Rolniczej i Leśnej  
Politechnika Opolska

## WYKORZYSTANIE BAYESOWSKIEGO MODELU DO OCENY ZMIAN WZROSTU FASOLI (*PHASOLEUM VULGARIS*)

### Streszczenie

W niniejszej pracy dokonano próby wykorzystania jednej z metod statystycznych do oceny przyrostu biomasy fasoli po zastosowaniu nawożenia osadem czynnym. W pracy zastosowano bayesowskie modelowanie statystyczne, przyjęto założenie log-liniowego przyrostu łodyg fasoli na długość.

**Słowa kluczowe:** osad czynny, rolnicze wykorzystanie osadu, modelowanie statystyczne, log-liniowa funkcja

### Wprowadzenie

Optymalny poziom nawożenia obornikiem, zawiera się w przedziale 20–25 ton/ha raz na 4 lata. Ten poziom stosowania obornika jako jednego z nawozów organicznych jest podyktowany wieloma czynnikami np. gatunkiem i odmianą roślin, zasobnością gleb, przebiegiem pogody, czynnikami agrotechnicznymi. W związku z tym i wartość użytkowa, jak również przyrost biomasy roślin ulega pod wpływem tych czynników dużym zmianom. Alternatywą, jeszcze mało znaną do obornika jest osad czynny, a w zasadzie jego nadmiar produkowany w czasie biologicznego oczyszczania ścieków. Zaletą tego nawozu organicznego jest to, że stosuje się go w dużo mniejszych ilościach niż obornik, bo do 5 t/ha co 4 lata i jest on nieodpłatnie wydawany rolnikom. Celem pracy jest wykorzystanie i przetestowanie do weryfikacji uzyskanych wyników bayesowskiego modelu zmian wzrostu roślin, przy porównaniu roślin nawożonych i nienawożonych.

### Charakterystyka osadu ściekowego użytego do badań

Osad ściekowy został pobrany z oczyszczalni ścieków w Strzelcach Opolskich. Oczyszczalnia ścieków oczyszcza ścieki bytowo-gospodarcze. Osad został wcześniej przygotowany do rolniczego wykorzystania oraz zhigienizowany poprzez wapnowanie. Tabela 1 przedstawia charakterystykę osadu po zastosowaniu stabilizacji i higienizacji.

Tabela 1. Charakterystyka osadu czynnego z oczyszczalni ścieków w Strzelcach Opolskich

Table 2. ???

Oznaczenie	Jednostka	Wynik
Wilgotność	%	24,4
Sucha masa	%	75,6
Substancje organiczne	% s.m	36,8
Substancje mineralne	% s.m.	61,2
Odczyn	pH	12,5
Azot ogólny	% s.m	4,1
Azot amonowy	% s.m	2,1
Fosfor ogólny	%s.m	1,03
Wapń	%s.m	8,50
Magnez	%s.m	3,7
Cynk	mg/kg s.m	754
Nikiel	mg/kg s.m	45
Chrom	mg/kg s.m	12,7
Ołów	mg/kg s.m	6,8
Kadm	mg/kg s.m	Nie wykryto
Miedź	mg/kg s.m	47
Rtęć	mg/kg s.m	Nie wykryto
Potas	% s.m	0,68

### Metodyka badań i opracowanie wyników

Założono doświadczenie wegetacyjne wazonowe w warunkach laboratoryjnych w 30 powtórzeniach dla obiektów nawożonych osadem czynnym jak i dla kontroli. W każdym wazonie posadzono 4 rośliny. Do badań wykorzystano fasolę (*Phaseolus vulgaris*). Dla wariantu badanego zastosowano nawóz w postaci osadu czynnego poddanego wcześniejszej higienizacji w ilości 5 t/ha. Co 7 dni od momentu wschodów roślin mierzono wzrosty elongacyjne badanych roślin dla wariantu badanego i kontrolnego. Wazony były podlewane do stałej wagi. Wazony umieszczono w laboratorium o stałych warunkach temperaturowych i wilgotnościowych. Na podstawie przeprowadzonych obserwacji wykreślono krzywą wzrostów elongacyjnych fasoli w funkcji czasu (rysunek 1.) [Elston, Grizzly 1962] W pracy zastosowano bayesowskie modelowanie statystyczne. Na podstawie pracy [Elston, Grizzle 1962.] przyjęto założenie log-liniowego przyrostu łodyg fasoli na długość:

$$\log(m_j) = b_0 + b_1 \cdot (1/t_j) ,$$

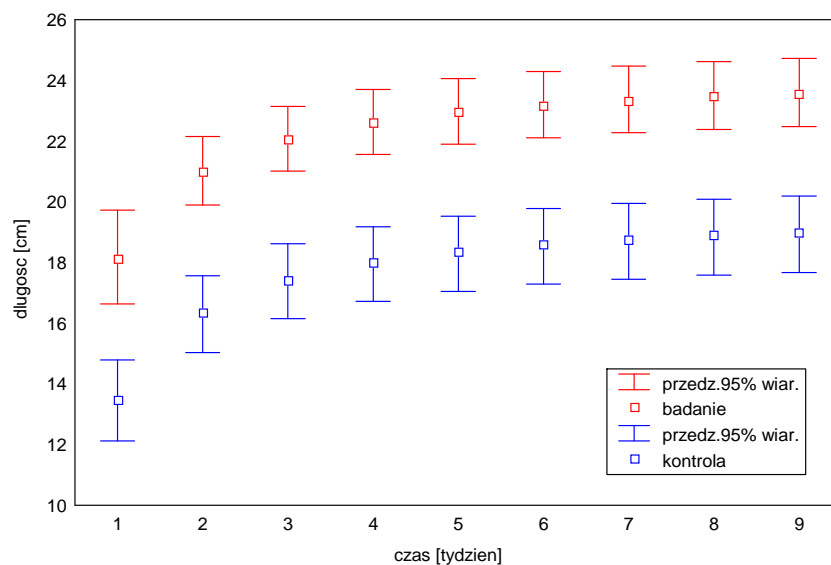
gdzie:  $m_j$  jest wartością oczekiwaną długości łodyg rośliny w  $j$ -tym tygodniu, dla  $j = 1, \dots, 9$ ,  $t_j$  – kolejnym tygodniem badania, zaś  $b_0$  i  $b_1$  – nieznanymi współczynnikami regresji. Analizę statystyczną przeprowadzono w programie WinBUGS 1.4. [David Spiegelhalter, D., Thomas, A., Best, N., Lunn, D.: WinBUGS 1.4. Medical Research Council-Biostatistics Unit, Cambridge, and Imperial College Imperial College School of Medicine, London, 2002]. Do wyznaczenia poszukiwanych parametrów posłużono się następującą procedurą komputerową:

```

model{
  beta0 ~ dnorm(0.0, 0.001)
  beta1 ~ dnorm(0.0, 0.001)
  for(i in 1:30) {Y[i, 1:9] ~ dnorm(mu[, ], Omega[ , ]) }
  for(j in 1:9) {log(mu[j]) <- beta0 + beta1*(1/ time[j])}
  Omega[1:9, 1:9] ~ dwish(R[ , ], 9)
  Sigma[1:9, 1:9] <- inverse(Omega[ , ]) }

```

W funkcji log – liniowej istotną rolę odgrywa parametr  $\beta$ , który pozwala na dobranie odpowiedniego kształtu krzywej.



Rys. 1. Bayesowski model zmian wzrostu fasoli (*Phaseolus vulgaris*) w warunkach laboratoryjnych i kontrolnych w funkcji czasu

Fig. 1. ???

Na podstawie uzyskanych wyników laboratoryjnych można powiedzieć, że zastosowanie osadu czynnego jako nawozu ma wpływ na szybkość wzrostu na długość fasoli względem roślin nie nawożonych.

### **Podsumowanie**

Bayesowski model zmian wzrostu fasoli (*Phaseolus vulgaris*) w funkcji czasu dobrze odzwierciedla różnice wzrostów elongacyjnych roślin nawożonych w stosunku do roślin nienawożonych. Rośliny nawożone w pierwszym okresie wzrostu, zaraz po wykiełkowaniu charakteryzują się większym potencjałem wzrostowym, co widoczne jest na wykresie. Rośliny nienawożone są o około 2 cm niższe od roślin nawożonych. W pracy przedstawiono zastosowanie do weryfikacji wyników Bayesowskiego modelu zmian wzrostu roślin i na tej podstawie wykazano różnice w przyroście roślin na wysokość przy zastosowanym czynniku doświadczalnym jakim było nawożenie.

### **Bibliografia**

Elston R.C., Grizzly J.C. 1962. Estimation of time-response curves and their confidence bounds. *Biometrics* 18, 148-159.

Filipek-Mazur B., Mazur K. 1996. Perspektywy i warunki rolniczej utylizacji osadów organicznych z biologicznej oczyszczalni ścieków Krakowskich Zakładów Garbarskich. *Mat. III Konf. Nauk.–Techn. „Zagospodarowanie odpadów z rejonu Krakowa”*, Osieczany, 16-17.06, 157-162.

Kabata-Pendias A. i in. 1987. Rolnicza przydatność odpadów przemysłowych i komunalnych. IUNG, Puławy.

Mizera A. 2002. Osady ściekowe odpadem (nie)bezpiecznym, *Green-World*.

Stańczyk-Mazanek E., Bień J.B. 2001. Sanitarne właściwości gleb nawożonych osadami ściekowymi. *Osady ściekowe problem aktualny* pod red. J.B. Bienia, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa-Ustroń, s. 325-329.

Stańczyk-Mazanek E., Kacprzak M. 2001. Analiza mykologiczna osadów ściekowych z wybranych oczyszczalni ścieków. *Przyrodnicze użytkowanie osadów ściekowych. Ochrona i rekultywacja gruntów*. PTIE, Bydgoszcz 4-6 czerwca.

**Application of Bayesian model to evaluation of bean growth changes  
(*Phaseolus vulgaris*)**

**Summary**

An activated sludge that is originating from the sewage plant can be used as a fertilizer for cultivation after a previous homogenization. The natural use of the activated sludge resolves the problems of the NPK high costs fertilization as well as the sludge excess disposal.

**Key words:** activated sludge, agricultural use of sludge, statistical modeling, log-linear function