

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

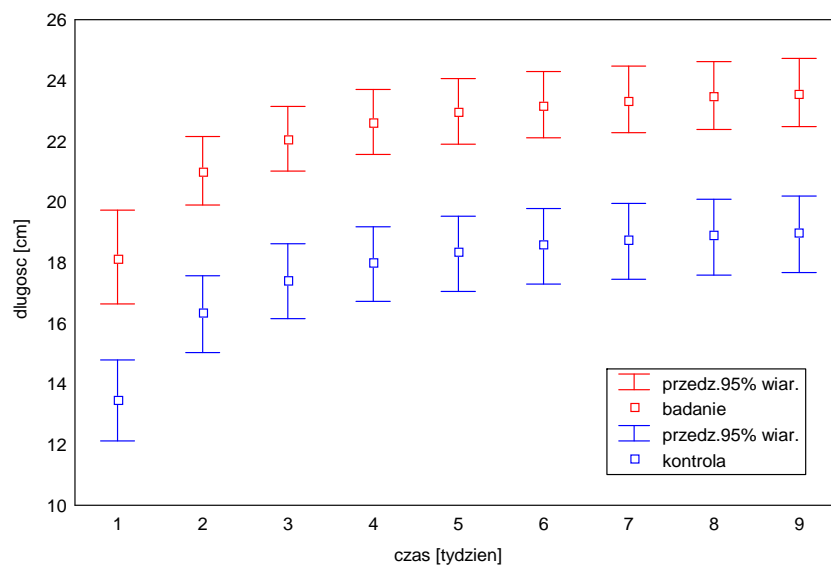
Założono doświadczenie wegetacyjne wazonowe w warunkach laboratoryjnych w 30 powtórzeniach dla obiektów nawożonych osadem czynnym jak i dla kontroli. W każdym wazonie posadzono 4 rośliny. Do badań wykorzystano fasolę (*Phaseolus vulgaris*). Dla wariantu badanego zastosowano nawóz w postaci osadu czynnego 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 β , 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