

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟΥ (ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ) #1

1. Φύλλα τα οποία έχουν ένα λόγο $C/N = 50$ πρόκειται να αναμιχθούν με περίσσεια βιολογικής λάσπης προερχόμενη από τον τοπικό βιολογικό καθαρισμό με λόγο $C/N = 6,3$. Υπολογίστε την αναλογία των δύο υλικών ώστε να προκύψει λόγος $C/N = 25$ στο μίγμα. Υποθέστε ότι ισχύουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά :
 1. Ποσοστό υγρασίας στη λάσπη = 75%
 2. Ποσοστό υγρασίας στα φύλλα = 50%
 3. Ποσοστό αζώτου στη λάσπη = 5,6 % κ.β (σε ξηρή βάση)
 4. Ποσοστό αζώτου στα φύλλα = 0,7 % κ.β (σε ξηρή βάση)

2. Υπολογίστε την ποσότητα του αέρα που απαιτείται για την κομποστοποίηση δύο τόνων ΑΣΑ χρησιμοποιώντας κλειστό αντιδραστήρα με εξαναγκασμένο αερισμό. Υποθέστε ότι ο εμπειρικός τύπος για όλα τα οργανικά συστατικά των ΑΣΑ είναι $C_{60}H_{94.3}O_{37.8}N$ καθώς και τα ακόλουθα δεδομένα :
 1. Υγρασία του οργανικού κλάσματος των ΑΣΑ = 25%
 2. Πτητικά στερεά (VS) = 93% x TS (ολικά στερεά)
 3. Βιοαποδομήσιμα πτητικά στερεά (BVS) = 60% x VS
 4. Αποδόμηση των βιοαποδομήσιμων στερεών = 95%
 5. Διάρκεια κομποστοποίησης = 5 d
 6. Απαίτηση οξυγόνου 20, 35, 25, 15, 5% για καθεμία από τις ημέρες κομποστοποίησης
 7. Η παραγόμενη αμμωνία χάνεται στην ατμόσφαιρα
 8. Ο αέρας περιέχει 23 % O_2 κατά βάρος και το ειδικό βάρος του αέρα είναι $0,075 \text{ kg/m}^3$
 9. Διπλάσιος αέρας από τον απαιτούμενο πρέπει να παρέχεται στον αντιδραστήρα ώστε να διασφαλίζεται ότι το ποσοστό του οξυγόνου στον αέρα δεν θα είναι μικρότερο από το 50% της αρχικής τιμής του.

ΛΥΣΕΙΣ

1.

Determine the percentage composition for leaves and sludge

For 1 kg of leaves:

Humidity of leaves = $0.50 \times 1 = 0.5 \text{ kg H}_2\text{O}$

Dry weight of leaves = $1 - 0.5 = 0.5 \text{ kg}$

Considering that N% of leaves = 0.7%, $N = 0.5 \times 0.007 = 0.0035 \text{ kg N}$

Since $C/N = 50$ then $C = 0.0035 \times 50 = 0.175 \text{ kg C}$

Likewise, for 1 kg of sludge:

Sludge humidity = $0.75 \times 1 = 0.75 \text{ kg H}_2\text{O}$

Dry weight of sludge = $1 - 0.75 = 0.25 \text{ kg}$

Considering that N% of sludge = 5.6%, $N = 5.6\% \times 0.25 = 0.014 \text{ kg N}$

Since $C/N = 6.3$ then $C = 0.014 \times 6.3 = 0.0882 \text{ kg C}$

Mixture of 1 kg leaves with X kg sludge

$$(C/N)_{\text{mix}} = \frac{C_{\text{leaves}} + C_{\text{sludge}}}{N_{\text{leaves}} + N_{\text{sludge}}} = 25 \Rightarrow \frac{0.175 + X * 0.0882}{0.0035 + X * 0.014} = 25$$

$$25 * (0.0035 + X * 0.014) = 0.175 + X * 0.0882 \Rightarrow$$

$$\mathbf{X = 0.33 \text{ kg sludge / kg leaves}}$$

Thus, for every kg of leaves 0.33 kg of sludge must be added.

Check the humidity of the mixture

$$\text{H}_2\text{O}_{\text{total}} = \text{H}_2\text{O}_{\text{sludge}} + \text{H}_2\text{O}_{\text{leaves}} \Rightarrow$$

$$\text{H}_2\text{O}_{\text{total}} = 0.5 + 0.33 * 0.75 = 0.5 + 0.25 = 0.75 \text{ kg}$$

Thus final humidity of the mixture = $0.75 / (1 + 0.33) = \mathbf{56.4\%} < 60\%$ (ok)

2.

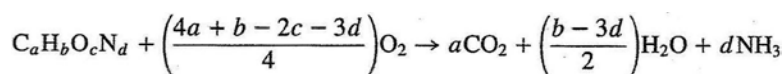
Determine the mass of biodegradable volatile solids (BVS) in 2 tons of waste:

$$\text{Mass BVS} = 2000 \text{ kg} * (1 - 0.25 \text{ \u03bd\u03c1\u03c1\u03b1\u03c3\u03b9\u03b1}) * (93\% \text{ VS/TS}) * 60\% \text{ biodegradability} = 837 \text{ kg}$$

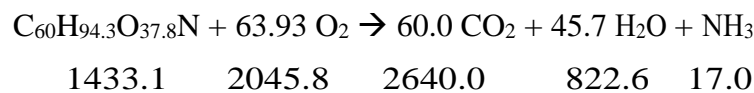
Determine the expected BVS mass conversion:

$$\text{Expected BVS mass conversion} = 837 \times 0.95 = 795.2 \text{ kg}$$

Determine the amount of oxygen required for the decomposition of one kg of the biodegradable volatile solids using Eq. (14-2), as given below:



For the given chemical composition, the coefficients are $a = 60.0$, $b = 94.3$, $c = 37.8$, and $d = 1$. The balanced equation is :



$$O_2 \text{ required} = \frac{2045.8 \text{ kg } O_2}{1433.1 \text{ kg BVS converted}} = 1.43 \frac{\text{kg } O_2}{\text{kg BVS converted}}$$

Determine the total amount of air required for 2 tons of MSW, containing 795.2 kg of BVS, as determined previously:

$$\text{Air required} = \frac{795.2 \text{ kg BVS} \times 1.43 \text{ kg } O_2 / \text{kg BVS converted}}{0.23 \frac{\text{kg } O_2}{\text{kg air}} \times 0.075 \frac{\text{kg air}}{\text{m}^3 \text{ air}}} = 65921 \text{ m}^3 \text{ air}$$

Determine the required capacity of the aeration equipment, expressed in m^3/min :

$$\text{Air required} = \frac{65921 \text{ m}^3 \text{ air} \times 2 \times 0.35 / \text{d}}{1440 \frac{\text{min}}{\text{d}}} = 32 \text{ m}^3/\text{min}$$

Comment: The flow rate is computed using 35 percent of the total oxygen requirement, **the most critical day**. In an actual composting operation, some of the BVS would have been converted to cell tissue. However, because air is also required for the conversion of BVS to cell tissue, the computations presented in this example, which are based on the assumption that all of the BVS is converted, are reasonable.