

Aufgabenstellung

Formeln:

Allgemeine Wachstumsgleichung: $cX = cX_0 e^{\mu_{\max} t}$

Monod-Gleichung: $\mu = \mu_{\max} \cdot s / (K_S + s)$

Beispiel 1: Schätzen Sie ab, ob die Monod-Gleichung zur Berechnung der Fermentation von E. coli unter den vorgegebenen Bedingungen vernachlässigt werden kann?

Glucose-Anfangskonzentration = 10 g l⁻¹

K_s von E. coli für Glucose = 0,022 g l⁻¹

μ_{max} von E. coli für Glucose = 1,20 h⁻¹

Anmerkungen: Die Batch-Fermentation wird üblicherweise mit der allgemeinen Wachstumsgleichung unter Verwendung von μ_{max} berechnet. Diese berücksichtigt nicht, dass die tatsächliche Wachstumsrate μ gemäß Monod-Gleichung eine Funktion der Substratkonzentration ist.

Lösungsansatz beispielsweise: Bei welcher Substratkonzentration ist die tatsächliche Wachstumsrate μ auf 95% des Wertes von μ_{max} abgefallen?

Vorgaben

c _{s0}	10,0000	g/l
K _S	0,022	g/l
μ _{max}	1,200	1/h

Berechnungen

Case1	residual glucose	10%
	μ _y	98%
Case2	residual glucose	5,0%
	μ _y	96%
Case3	residual glucose	0,9%
	μ _y	80%

Aufgabenstellung

Ein Stamm von Escherichia coli, der genetisch verändert wurde, um menschliches Protein zu bilden, wird in Batch-Kultur gezüchtet. Der Fermenter, ein 100 m³-Blasensäulenreaktor, wird mit 12 kg Zellen beimpft. Die Glucosekonzentration beträgt 10 kg/m³, die maximale spezifische Wachstumsrate der Kultur ist 0,9 h⁻¹ und die Biomasseausbeute aus Glucose ist 0,575 [kg X/kg S].
Nach welcher Zeit wird die stationäre Phase erreicht?

Vorgaben

VR	100000	L
cs,0	10	g/l
cx0	0,12	g/l
μmax	0,9	1/h
Yx/s	0,575	g/g

Berechnungen

$$dcX/dt = \mu \cdot cX$$

$$dcX/cX = \mu \cdot dt$$

$$t \cdot \mu = \ln(cxt) - \ln(cx0)$$

$$t = (\ln(cxt) - \ln(cx0)) / \mu$$

cxt über Stoichiometrie:

$$5,87E+00 \quad Y_{xs} = D_{cx} / D_{cs}$$

$$Y_{x/s} = r_x / r_s = d_{cx} / d_{cs}$$

t	4,32	h
----------	-------------	----------

Aufgabenstellung

- a** Mit welcher Menge einer Vorkultur von E. coli muss ich meinen Fermenter mit einem maximalen Arbeitsvolumen von 9,5 l inokulieren, um nach einer vorgegebenen Fermentationsdauer von 6 h die gewünschte Menge von 80 g Trockensubstanz an E. coli zu erlangen? Weitere Angaben: Die maximale Wachstumsrate des eingesetzten Stamms wurde in Vorversuchen mit 1,20 h⁻¹ ermittelt. Die Biomassekonzentration in der Vorkultur beträgt 2 g Trockensubstanz pro Liter.
- b** Die Messung der Biomasse der Fermentation ergab 64 g Trockensubstanz an E. coli. Wie hoch ist die auf diese Weise experimentell ermittelte mittlere Wachstumsrate und steht sie im Einklang mit jener Wachstumsrate, die zu erwarten gewesen wäre?
- c** Der zugegebene Zucker (128 g Glucose) war am Ende der Fermentation vollständig verbraucht. Wie hoch war der Ausbeutekoeffizient Y_{X/S}?

Vorgaben

VR	9,5	L
t _{end}	6	h
c _{x0} , inoc	2	g/l
μ _{max}	1,2	1/h
c _{xt}	8,421	g/l

Berechnungen

$$dcX/dt = \mu \cdot cX$$

$$dcX/c = \mu \cdot dt$$

$$t \cdot \mu = \ln(c_{xt}) - \ln(c_{x0})$$

$$c_{x0} = c_{xt} / \exp(\mu \cdot t) \quad 0,0063 \quad \text{g/l}$$

Inoculum Dreisatz

a	V_{inoc}	0,030	L
b	c _{xt}	6,74	g/l
	$\mu = (\ln(c_{Xt}) - \ln(c_{Xo})) / t$	1,16	1/h
c	c _{s0}	13,4737	g/l
	Y _{x/s} = dx/ds	0,4995	g/g

Aufgabenstellung

Der Bakterienstamm Pseudomonas 5401 wird für die Herstellung von Einzellerprotein verwendet.

Die Zusammensetzung der Zellen ist C H1,83 O0,55 N0,25.

Wenn die Zellkonzentration zu Versuchsende 25 g/l beträgt, welche minimale Konzentration an Ammonsulfat muss vorliegen, wenn Ammonsulfat die einzige Stickstoffquelle ist?

Vorgaben

C_{Biomasse}	25	g/L
Biomasse		
C	1	
H	1,83	
N	0,25	
O	0,55	

Berechnungen

$$M_{\text{Biomasse}} = M_{\text{C}} \cdot x_{\text{C}} + M_{\text{H}} \cdot x_{\text{H}} + M_{\text{O}} \cdot x_{\text{O}} + M_{\text{N}} \cdot x_{\text{N}}$$

M_{Biomasse}	26,13	g/C-mol
-----------------------	-------	---------

$$c_{\text{Biomasse}} [\text{C-mol/L}] = c_{\text{Biomasse}} [\text{g/L}] / M_{\text{Biomasse}} [\text{g/C-mol}]$$

c_{Biomasse}	0,96	C-mol/l
c_{N}	0,25	N-mol/C-mol
c_{N}	0,24	N-mol/l
$M_{(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4}$	132,00	g/mol

$$c_{(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4} [\text{g/L}] = c_{\text{N}} [\text{mol/L}] \cdot M_{(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4} [\text{g/mol}] / 2$$

$c_{(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4}$	15,79	g/l
----------------------------------	-------	-----

Aufgabenstellung

Eine Hefe mit der Zusammensetzung C H_{1,8} O_{0,5} N_{0,2} (5 % Asche) erzielt einen Umsatz v
0.5 g Biomasse/g Substrat. Es werden keine weiteren Metabolite gebildet.

Welcher RQ stellt sich ein, wenn als Substrat Glycerol (C₃H₈O₃) eingesetzt wird?

Wo liegt der RQ bei Glukose?

Vorgaben

Biomasse			
	C	1	
	H	1,8	
	N	0,2	
	O	0,5	
	Y _{x/s}	0,5	g/g

Berechnungen

$M_{\text{Biomasse}} = M_C \cdot x_C + M_H \cdot x_H + M_O \cdot x_O + M_N \cdot x_N$			
	M _{biomasse}	25,9	g/C-mol
$\text{DoR}_{\text{Biomasse}} = (\text{DoRC} \cdot x_C + \text{DoRH} \cdot x_H + \text{DoRO} \cdot x_O + \text{DoRN} \cdot x_N)$			
	DoR Biomasse	4,20	-
DoR Glycerol			
		4,67	
M Glycerol			
	M Glyc	30,67	g/C-mol
	Y _{x/s}	0,59	C-mol/C-mol
C-Bilanz			
	Y _{Co2} = 1-Y _{x/s}	0,41	C-mol/C-mol
DoR Bilanz			
		0,55	C-mol/C-mol
RQ	=CER/OUR	=r _{co2} /r _{o2}	=Y _{CO2s} /Y _{o2s}
		0,75	-