

1 실험 모형

실험에서 세포 성장에 영향을 미칠 것으로 기대되는 요소인 영양소, 성장 인자 1, 성장 인자 2의 농도를 각각 $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ 으로 설정하고 최적의 요소 수준을 각각 M_1, M_2, M_3 으로 설정한다. 세포 성장률을 아래 세 공식의 합으로 가정한다.

$$\beta_1(\alpha_1 - M_1)^2 + \epsilon_1 \quad (1)$$

$$\begin{cases} \alpha_1 > l_1 & \beta_2(\alpha_2 - M_2)^2 + \epsilon_2 \\ else & 0 \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} \alpha_1 > l_2 & \beta_3(\alpha_3 - M_3)^2 + \epsilon_3 \\ else & 0 \end{cases} \quad (3)$$

Assumption 1 성장인자로 인한 세포 성장 촉진은 영양소가 최소 수준 l 이상일 때 효과가 나타난다.

Assumption 2 요인에 따른 세포 성장 촉진은 최적 요소 수준이 최댓값인 이차 곡선의 형태로 나타난다.

세가지 식의 효과를 종합하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\beta_1\alpha_1^2 + \beta_2\alpha_2^2 + \beta_3\alpha_3^2 + \beta_4\alpha_1 + \beta_5\alpha_2 + \beta_6\alpha_3 + \beta_7\alpha_1\alpha_2 + \beta_8\alpha_1\alpha_3 + \beta_9\alpha_2\alpha_3 + \epsilon \quad (4)$$

Assumption 3 조류 추출물에 존재하는 단백질 등이 성장인자의 조효소로 작용한다 하더라도 세포에 충분한 영양분을 공급하는 l 농도 이상에서는 충분히 존재하기 때문에 성장인자에 의한 세포 성장 수준에는 영향을 주지 않는다.

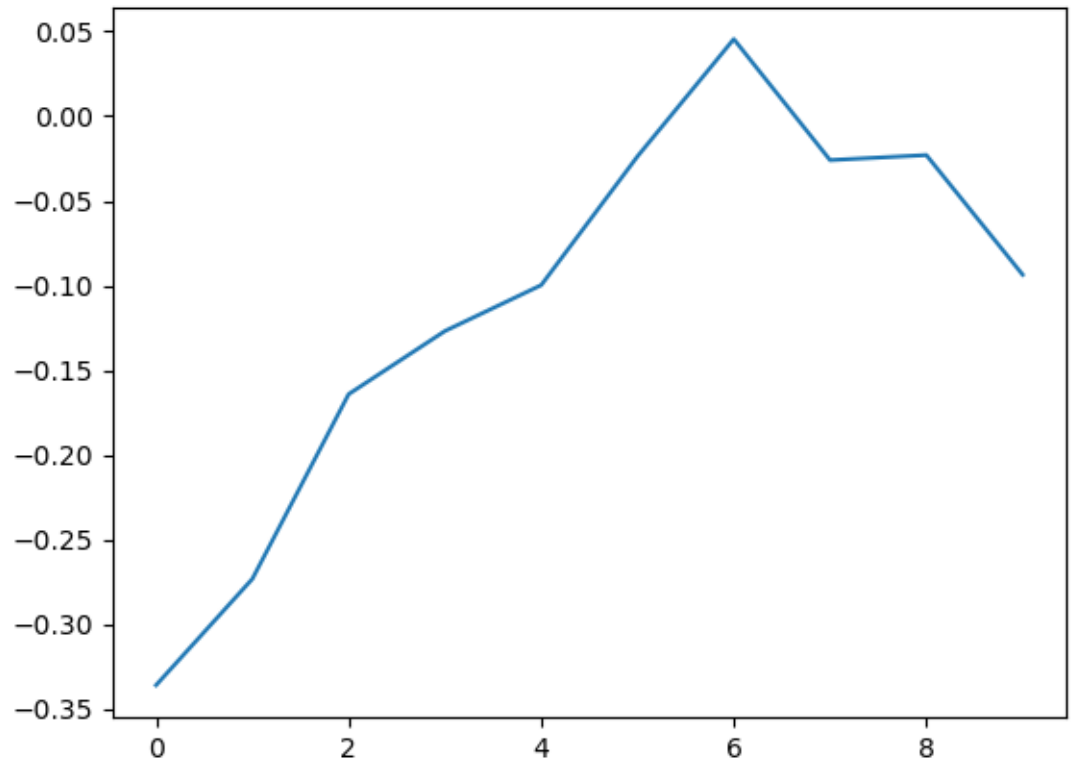
Assumption 4 성장인자가 세포 성장 영향을 주는 경로가 어떻게 독립적인지

Assumption 5 농도 l 이상에서 영양소에 의한 세포 성장 촉진효과는 최고값 X 에서 일정 범위 내 값으로 표현 할 수 있다.

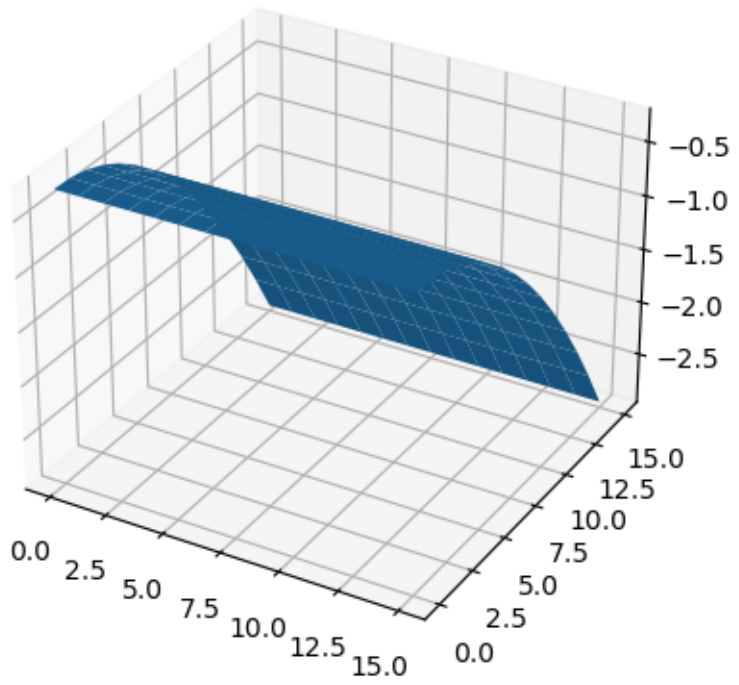
위 가정에 따라 (4)를 다음과 같이 간단히 한다.

$$\begin{cases} \alpha_1 > \mathbf{MAX}(l_1, l_2) & \beta_2\alpha_2^2 + \beta_3\alpha_3^2 + \beta_5\alpha_2 + \beta_6\alpha_3 + \beta_9\alpha_2\alpha_3 + \epsilon_l \\ & \epsilon_l \in \mathbf{NID}(E, \sigma^2) \\ else & \beta_1\alpha_1^2 + \beta_4\alpha_1 + \epsilon \end{cases} \quad (5)$$

위 식 (5)에 따라 python으로 시뮬레이션을 진행하였다.



영양소 농도에 따른 세포 성장률



성장인자 농도에 따른 세포 성장률