

3. VAJA: SIMULACIJA ŠARŽNEGA BIOPROCESA

Datum: 17.11.2006

1. OSNOVE

Šaržni proces

{BATFERM}
{ BATCH GROWTH WITH PRODUCT FORMATION}
{ CONSTANTS}

μ_{\max}
K_S
β
α
$Y_{X/S}$
X_0
S_0
P_0

UM=0.3

KS=0.1

K1=0.03

K2=0.08

Y=0.8

X0=0.01

S0=10

P0=0

{Initial Conditions}

INIT X=X0

INIT S=S0

INIT P=P0

{Mass Balances}

X' = RX ;BIOMASS BALANCE

S' = RS ;SUBSTRATE BALANCE

P' = RP ;PRODUCT BALANCE

{Kinetics}

RX = U*X ;BIOMASS RATE EQUATION

U = UM*S/(KS+S) ;MONOD EQUATION

RS = -RX/Y ;SUBSTRATE RATE EQUATION

RP = (K1+K2*U)*X ;PRODUCT RATE EQUATION

Limit S >= 0.0

Šaržni proces z napajanjem substrata

{FEDBAT; Fermentation with batch start up}

{Flow rate is initially zero. It can be switched on by changing F1 to a value higher than 0.}

{constants}

UM=0.3

KS=0.1

K1=0.03

K2=0.08

Y=0.8

SF=10

F1=1.5

X1=0.01

S1=10

P1=0

tfeed=22.5

F=if time>=tfeed then F1 else 0 {batch start up}

{Initial Conditions}

init V=1

init VX=V*X1

init VS=V*S1

init VP=V*P1

{Mass balances}

d/dt(V)=F

d/dt(VX)=RX*V

d/dt(VS)=F*SF+RS*V

d/dt(VP)=RP*V

{Calculation of concentrations}

X=VX/V

S=VS/V

P=VP/V

{Kinetics}

RX=U*X

U=UM*S/(KS+S)

RS=-RX/Y

RP=(K1+K2*U)*X

$\mathcal{D} = F/V$ {nominal dilution rate}

2. NALOGA

Preučiti vpliv parametrov na potek bioprocesa s pomočjo računalniške simulacije:

- za šaržni proces: spreminjanje parametrov K_s , μ_{max} , $Y_{X/S}$ ter α in β ; opazovati spremembe v poteku procesnih spremenljivk
- za proces z napajanjem substrata opazovati vpliv F_V in S_V na njegov potek

3. APARATURA

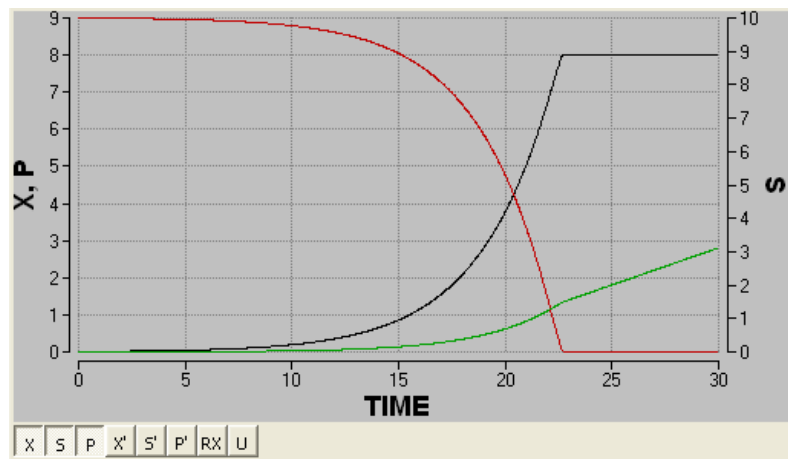
Računalnik in program Berkeley Madonna.

4. REZULTATI SIMULACIJ IN KOMENTARJI

ŠARŽNI PROCES

Začetni pogoji

μ_{\max}
K_S
β
α
$Y_{X/S}$
X_0
S_0
P_0



UM=0.3
KS=0.1
K1=0.03
K2=0.08
Y=0.8
X0=0.01
S0=10
P0=0

Legenda

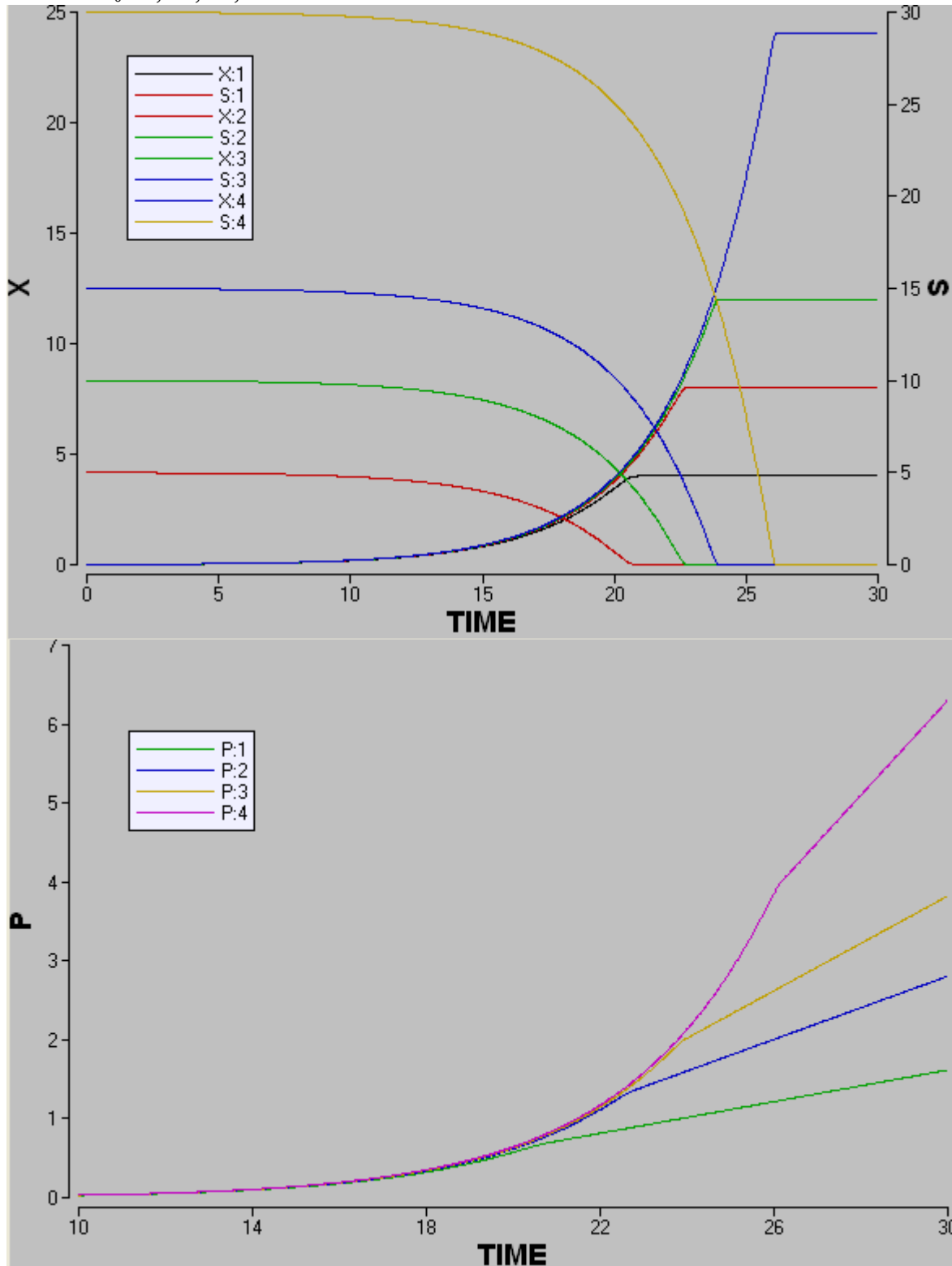
— X:1
— S:1
— P:1

X = koncentracija biomase
S = koncentracija substrata

P = koncentracija produkta

Spreminjanje S_0

1-2-3-4: $S_0 = 5, 10, 15, 30$

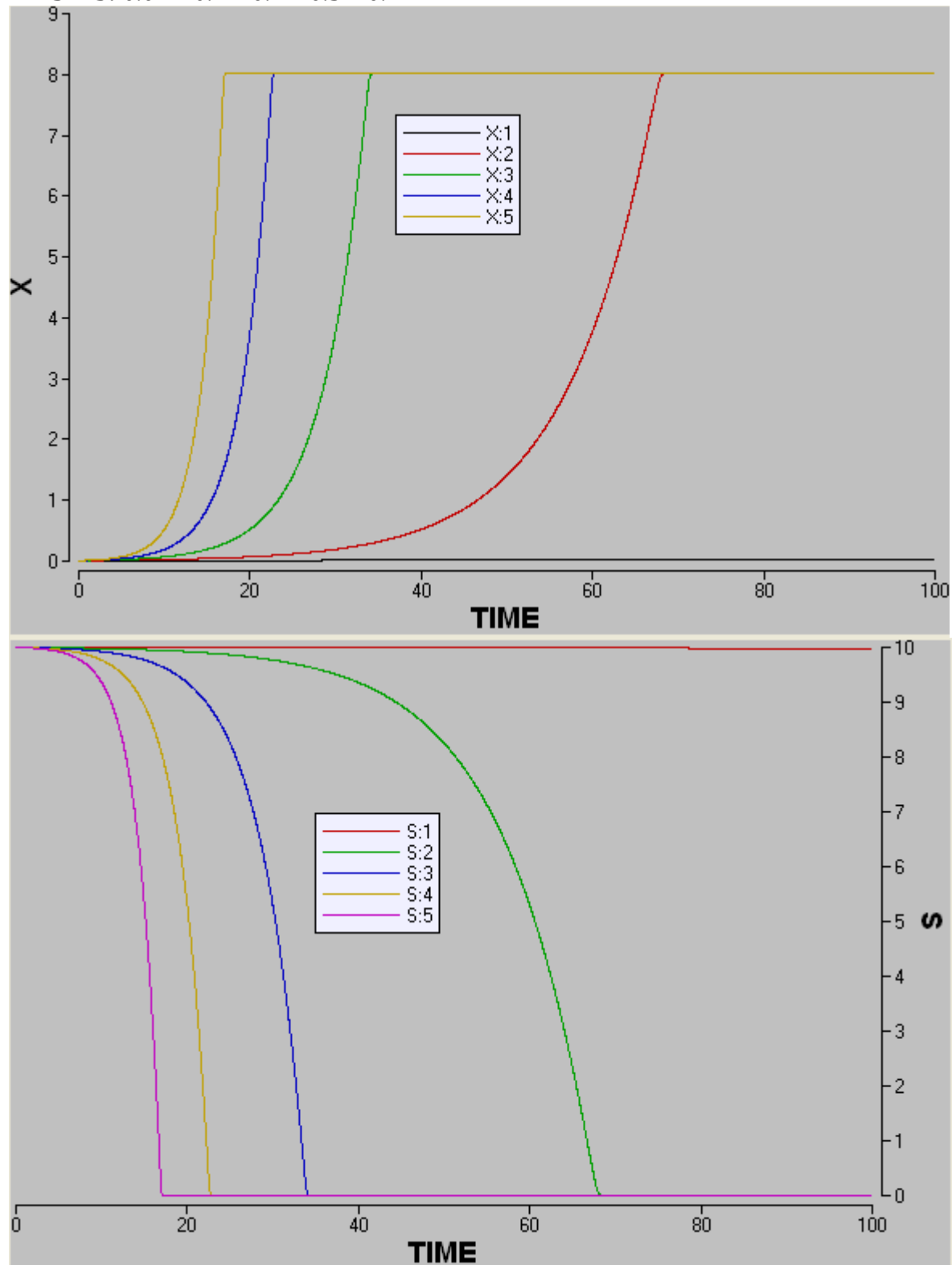


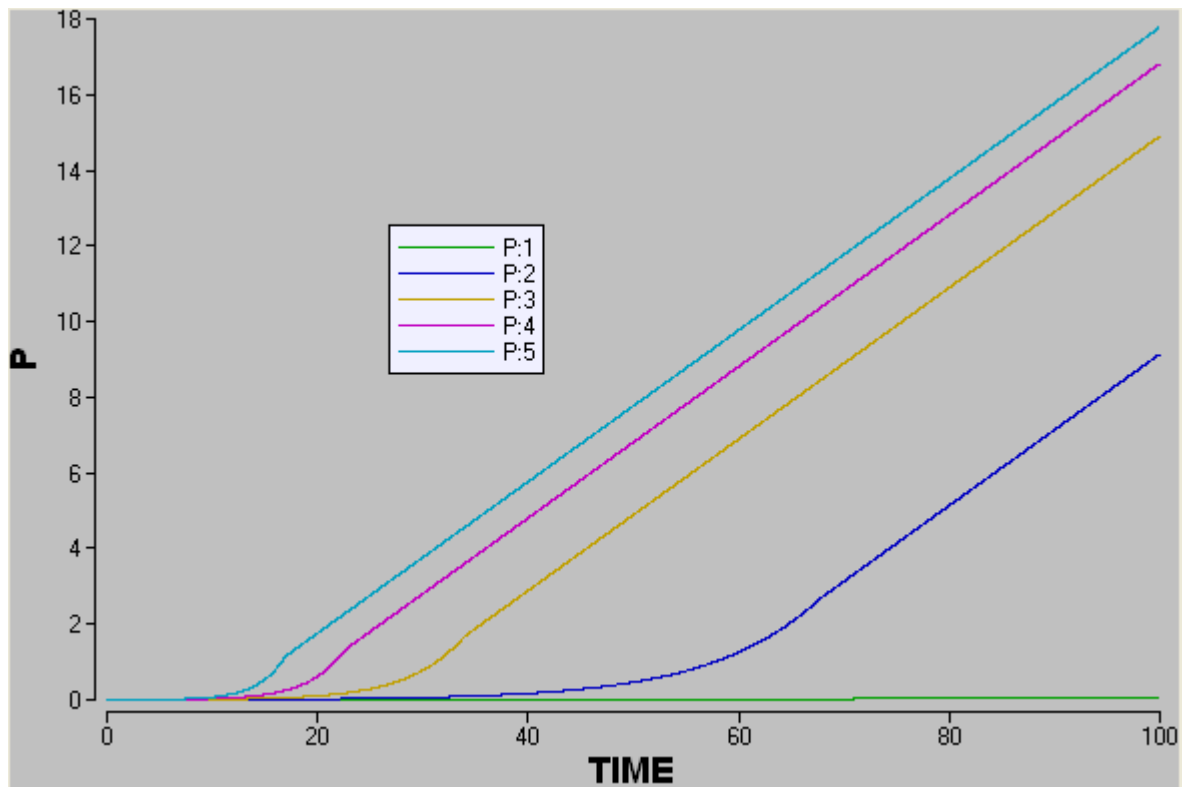
Komentar: Z zvečanjem začetne koncentracije substrata koncentracija biomase doseže stacionarno stanje kasneje, pri večji koncentraciji. Več kot je substrata na začetku, kasneje

njegova koncentracija pade na nič. Če je začetna koncentracija substrata majhna, produkt začne nastajati prej, a ga je manj, kot če je S_0 velika.

Spreminjanje μ_{\max}

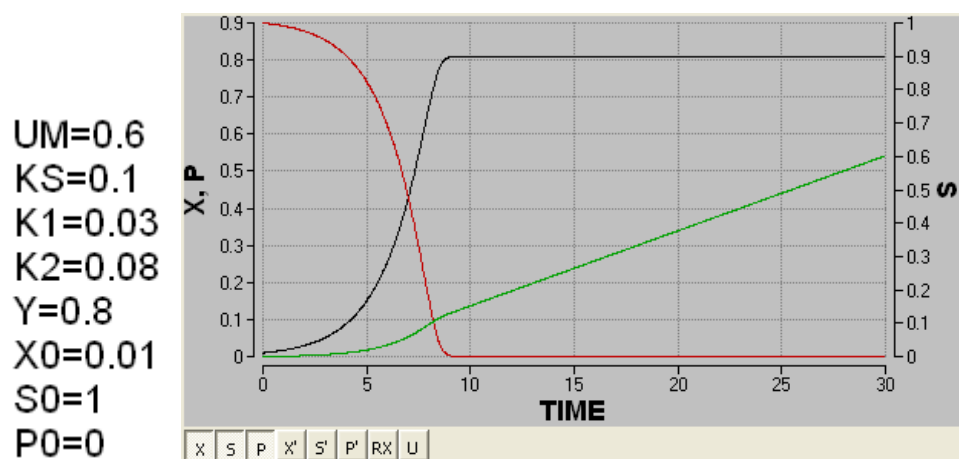
1-2-3-4-5: 0.01 – 0.1 – 0.2 – 0.3 – 0.4





Komentar: Z večanjem maksimalne specifične hitrosti rasti mikroorganizma (μ_{max}) nastane večja količina biomase hitreje (kljub temu pa se maksimalna vrednost biomase ne spremeni), substrat se hitreje porabi in produkt hitreje nastaja.

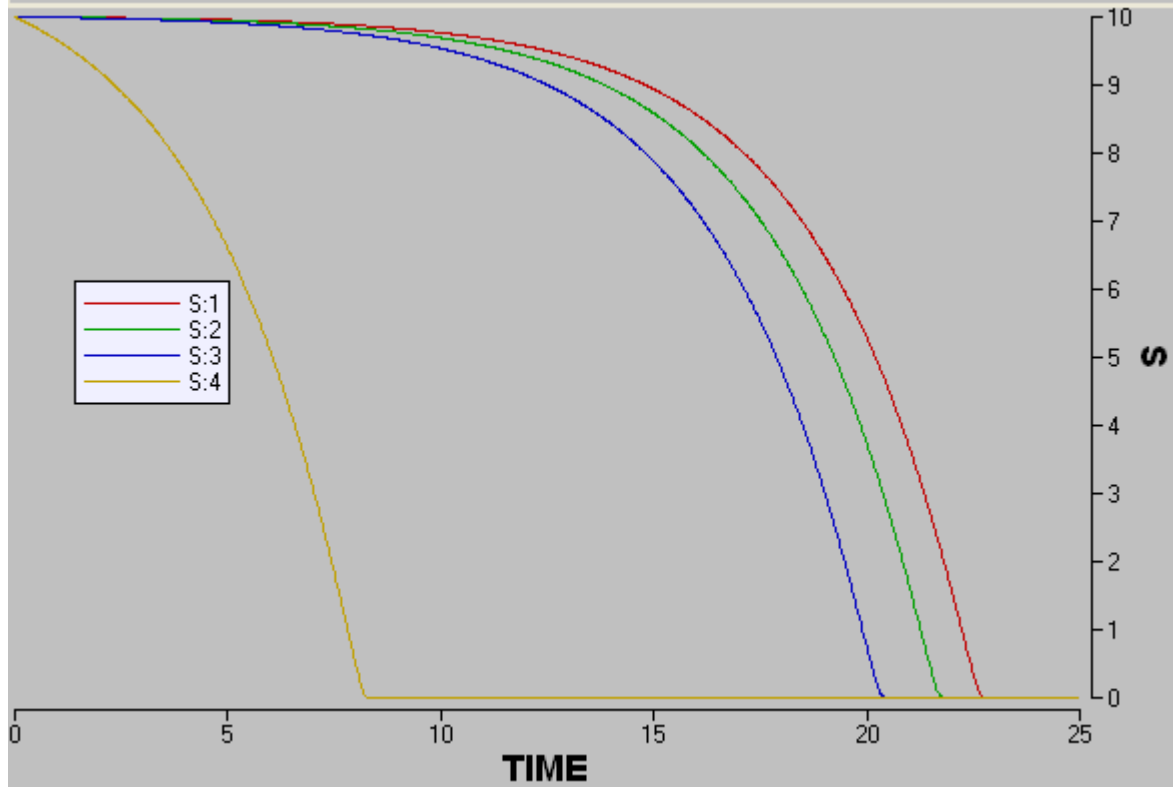
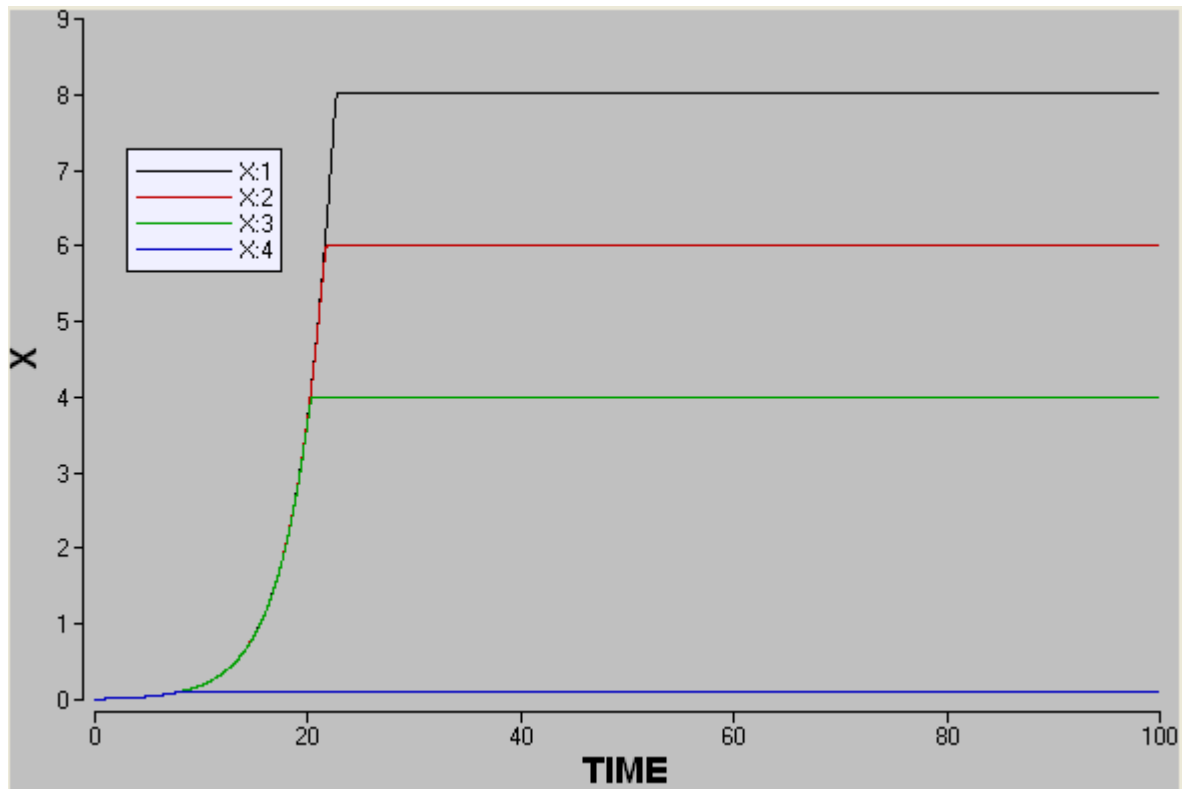
Spreminjanje μ_{max} in S_0

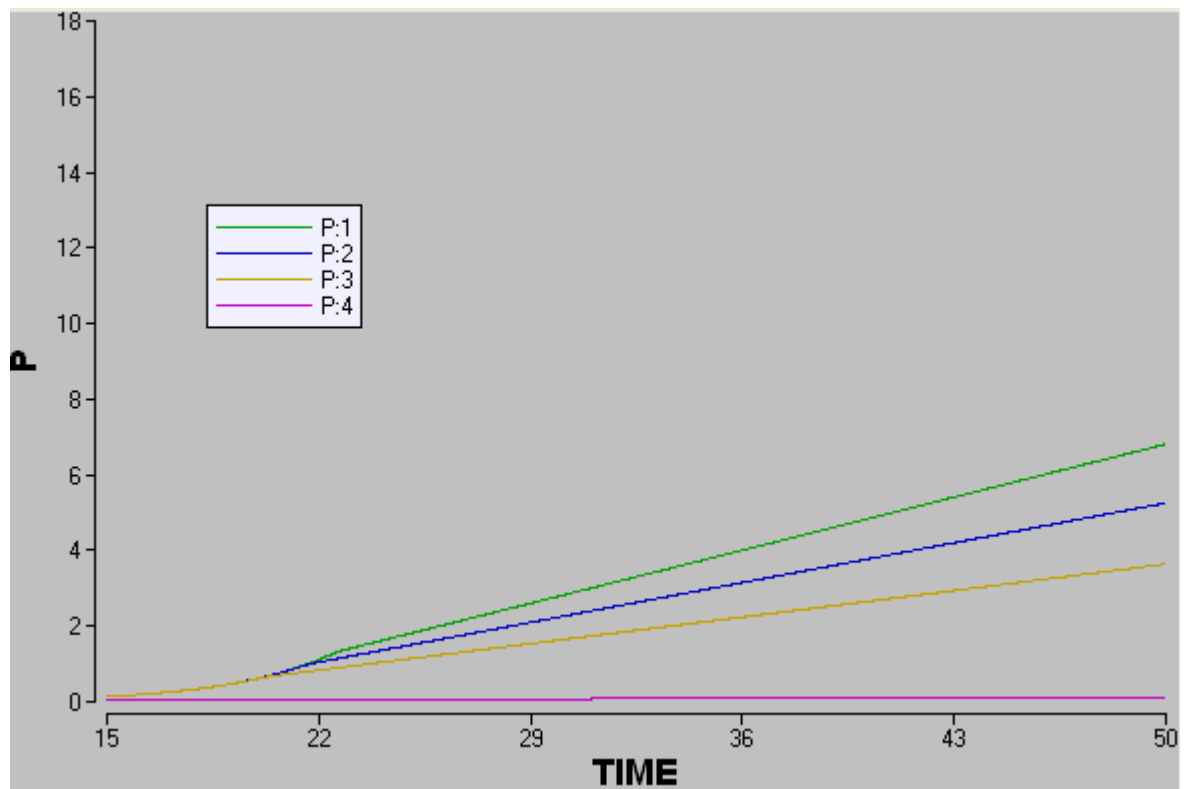


Komentar: Če hkrati zmanjšamo S_0 ($10 \rightarrow 1$) in povečamo μ_{max} , ostanejo krivulje zelo podobne, le vse se zgodi prej: hitreje nastaja biomasa, zaradi tega se tudi hitreje porablja substrat.

Spreminjanje $Y_{X/S}$

1-2-3-4: 0.8 – 0.6 – 0.4 – 0.01

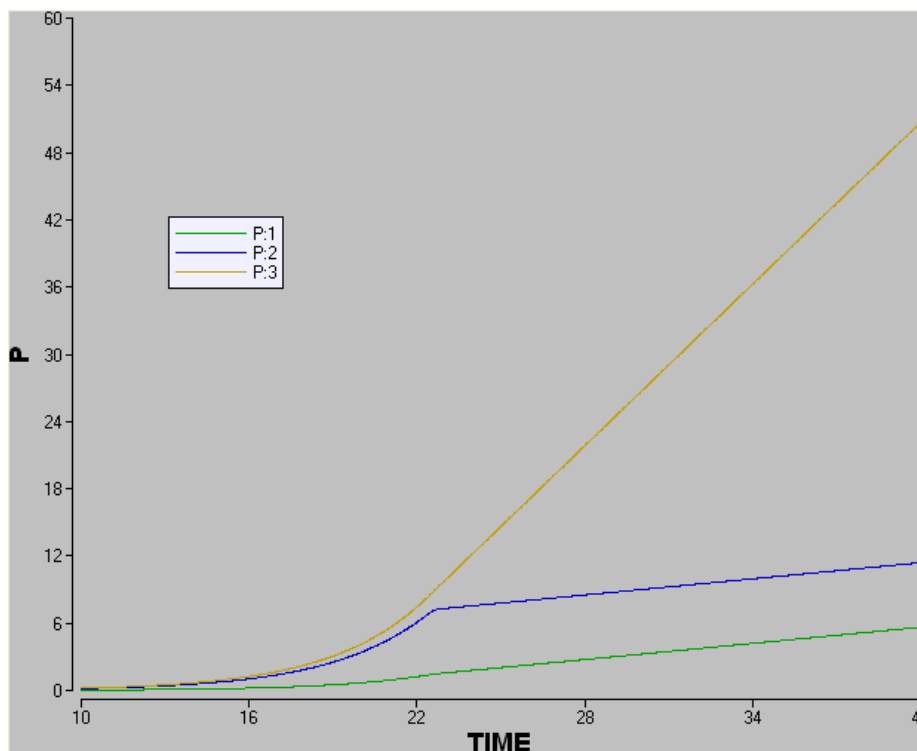
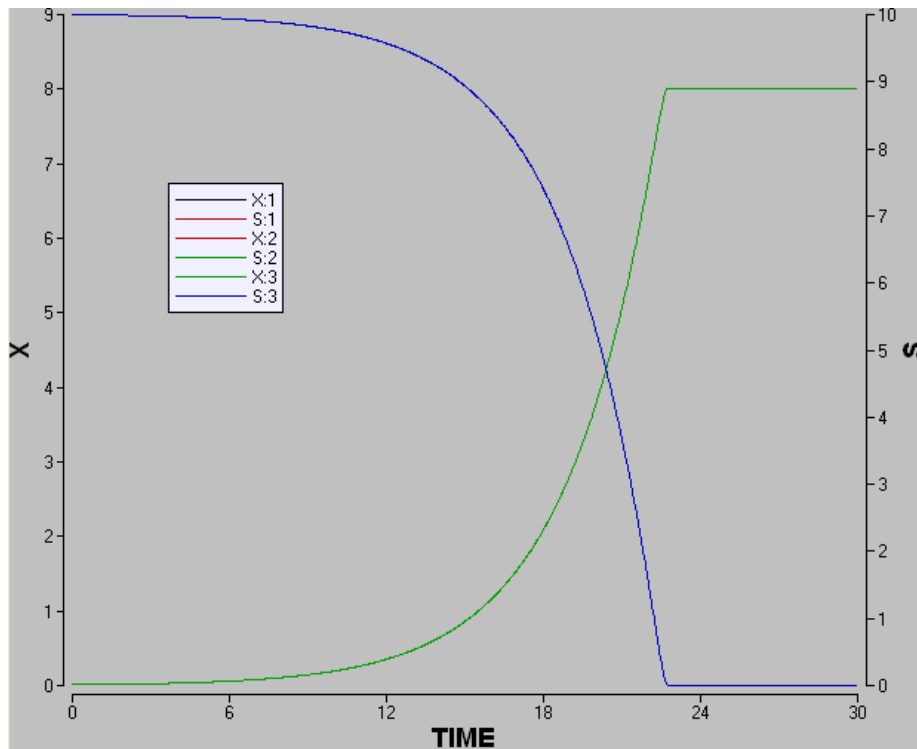




Komentar: Z manjšanjem $Y_{x/S}$ nastane manj biomase in produkta, substrat se prej porabi.

Spreminjanje α (K2) in β (K1)

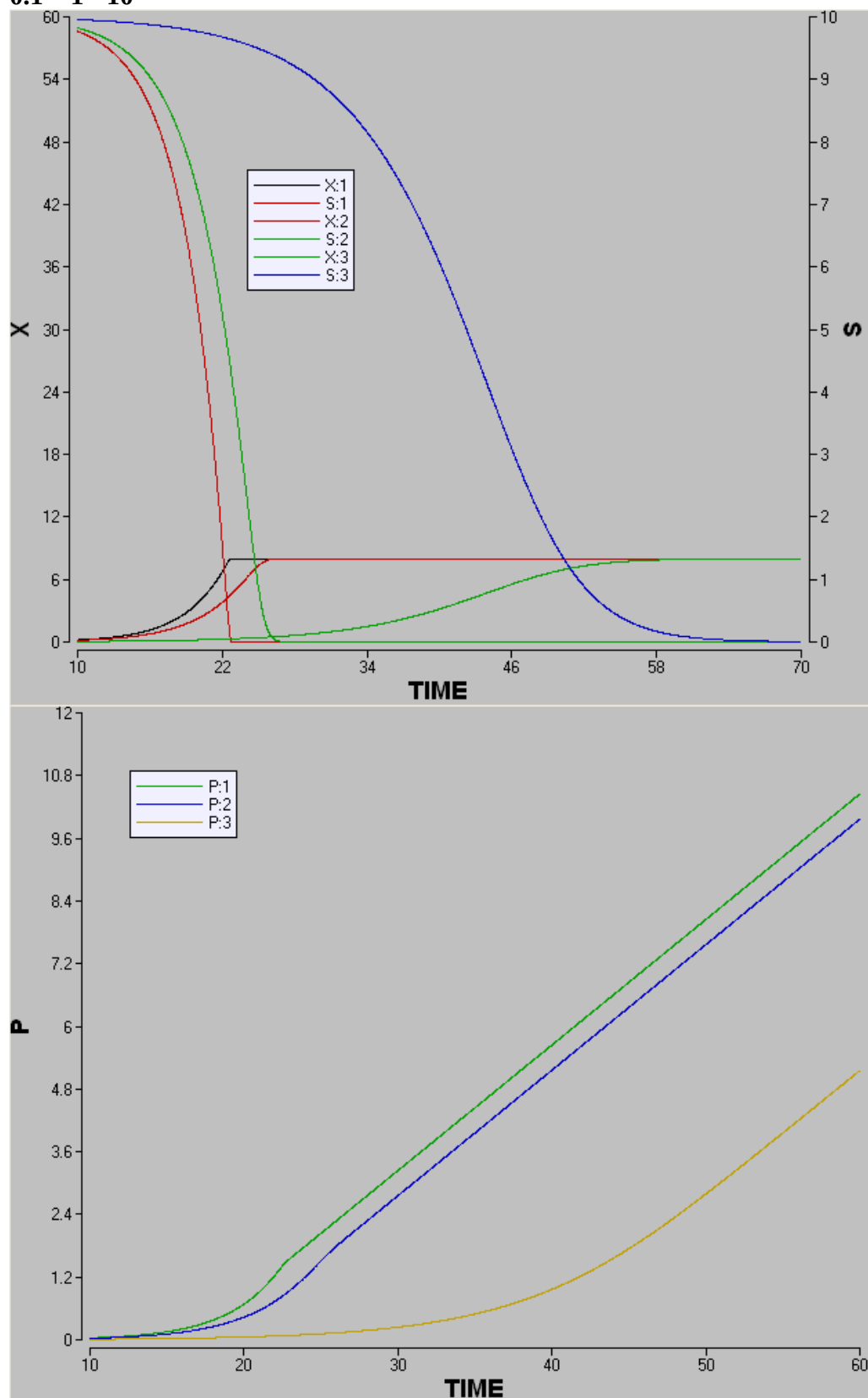
Št. v legendi	K1	K2
1	0.03	0.08
2	0.03	0.8
3	0.3	0.08



Komentar: Spreminjanje parametrov α in β ne vpliva na nastajanje biomase in porabo substrata, vpliva pa na nastajanje produkta. In sicer: če je α za dva reda velikosti večji kot β se naklon krivulje za produkt ne spremeni bistveno (modra glede na izhodno zeleno), če pa je β za dva reda velikosti večji kot α , tedaj se naklon krivulje za produkt bistveno poveča (oker glede na izhodno zeleno).

Spreminjanje K_s

0.1 – 1 - 10

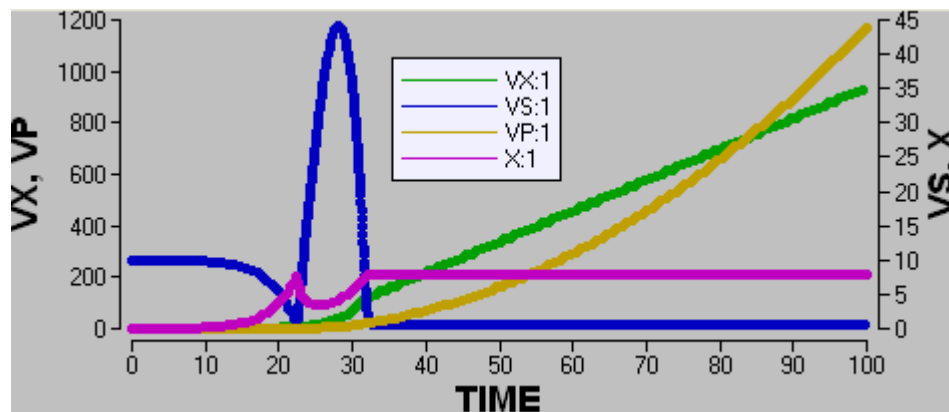
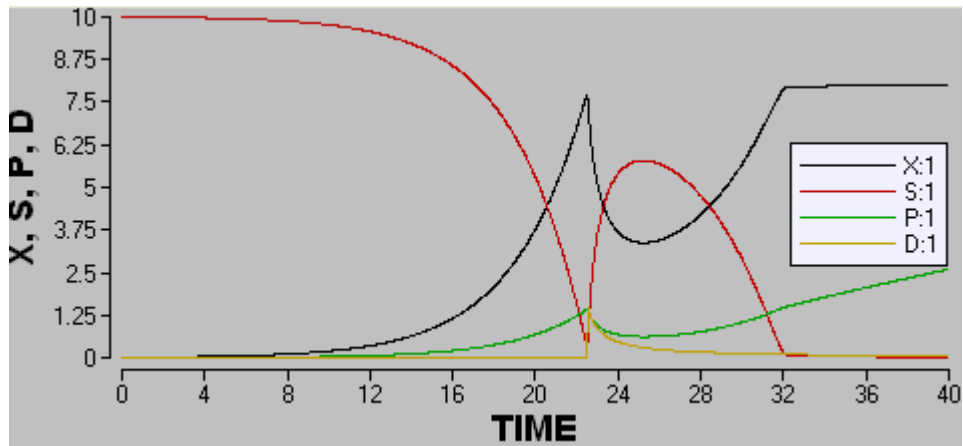


Komentar: S povečevanjem K_s biomasa nastaja počasneje (a v vseh treh primerih pride do iste maksimalne vrednosti), substrat se počasneje porablja in produkt počasneje nastaja (naklon pa je isti).

ŠARŽNI PROCES Z NAPAJANJEM SUBSTRATA

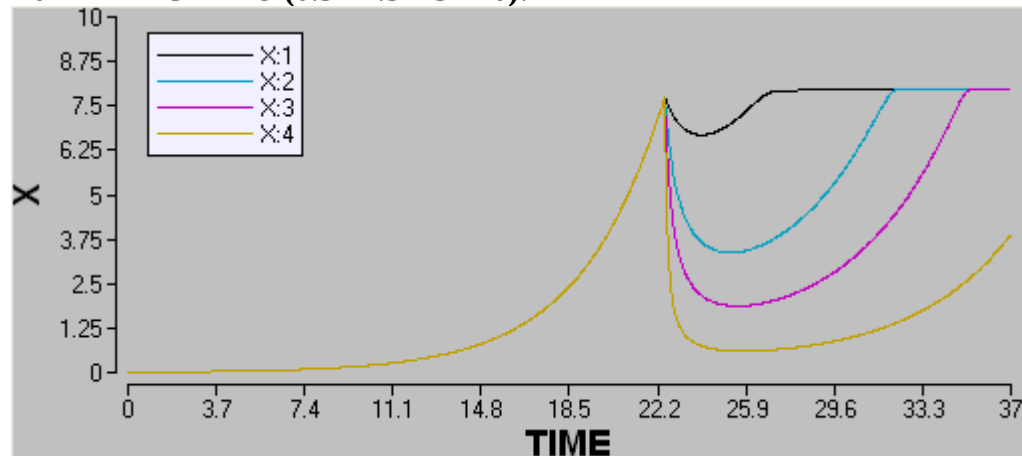
Začetni pogoji

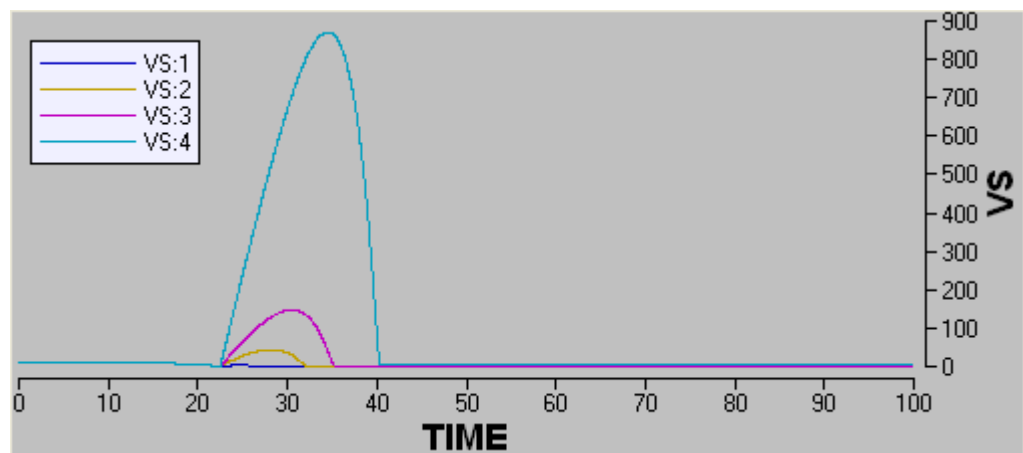
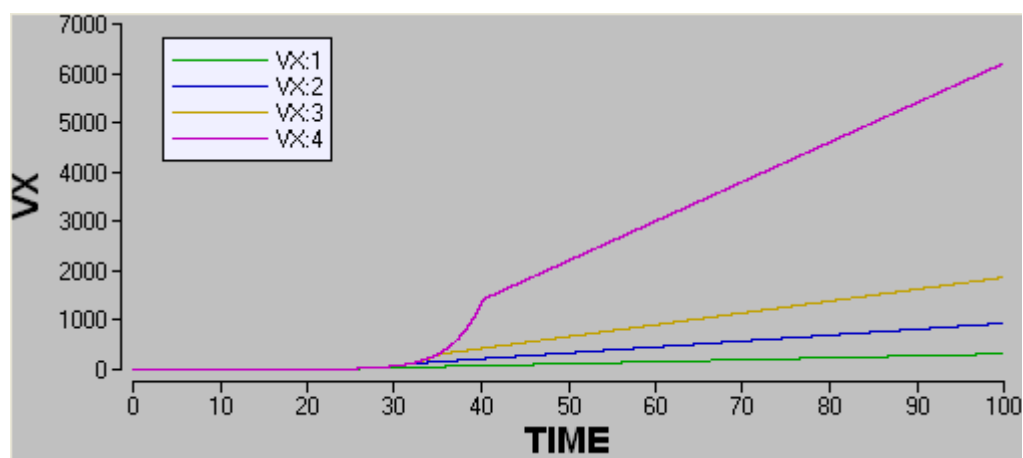
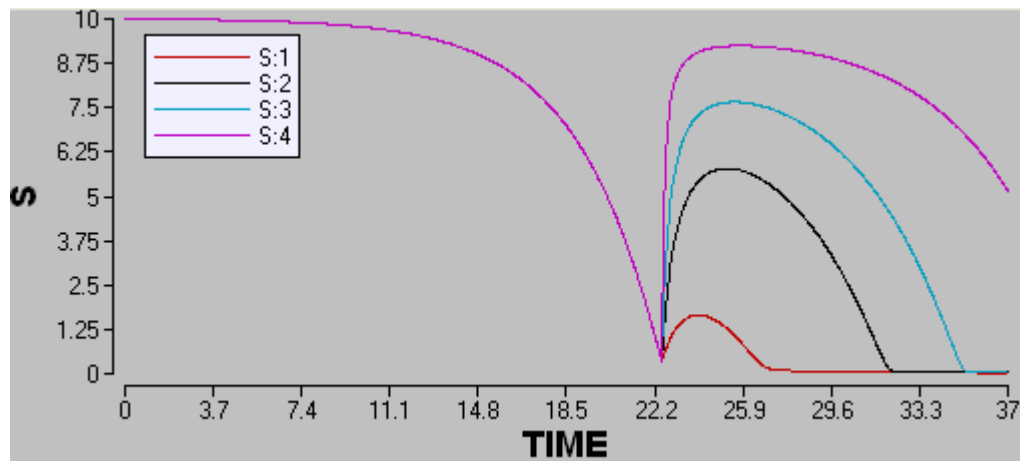
$UM=0.3$
 $KS=0.1$
 $K1=0.03$
 $K2=0.08$
 $Y=0.8$
 $SF=10$
 $F1=1.5$
 $X1=0.01$
 $S1=10$
 $P1=0$
 $t_{feed}=22.5$



4.7 Spreminjanje F_v (0.15, 1.5=začetni pogoji, 15) pri $S_v=konst$

Na ENEM GRAFU (0.5 - 1.5 - 3 - 10):

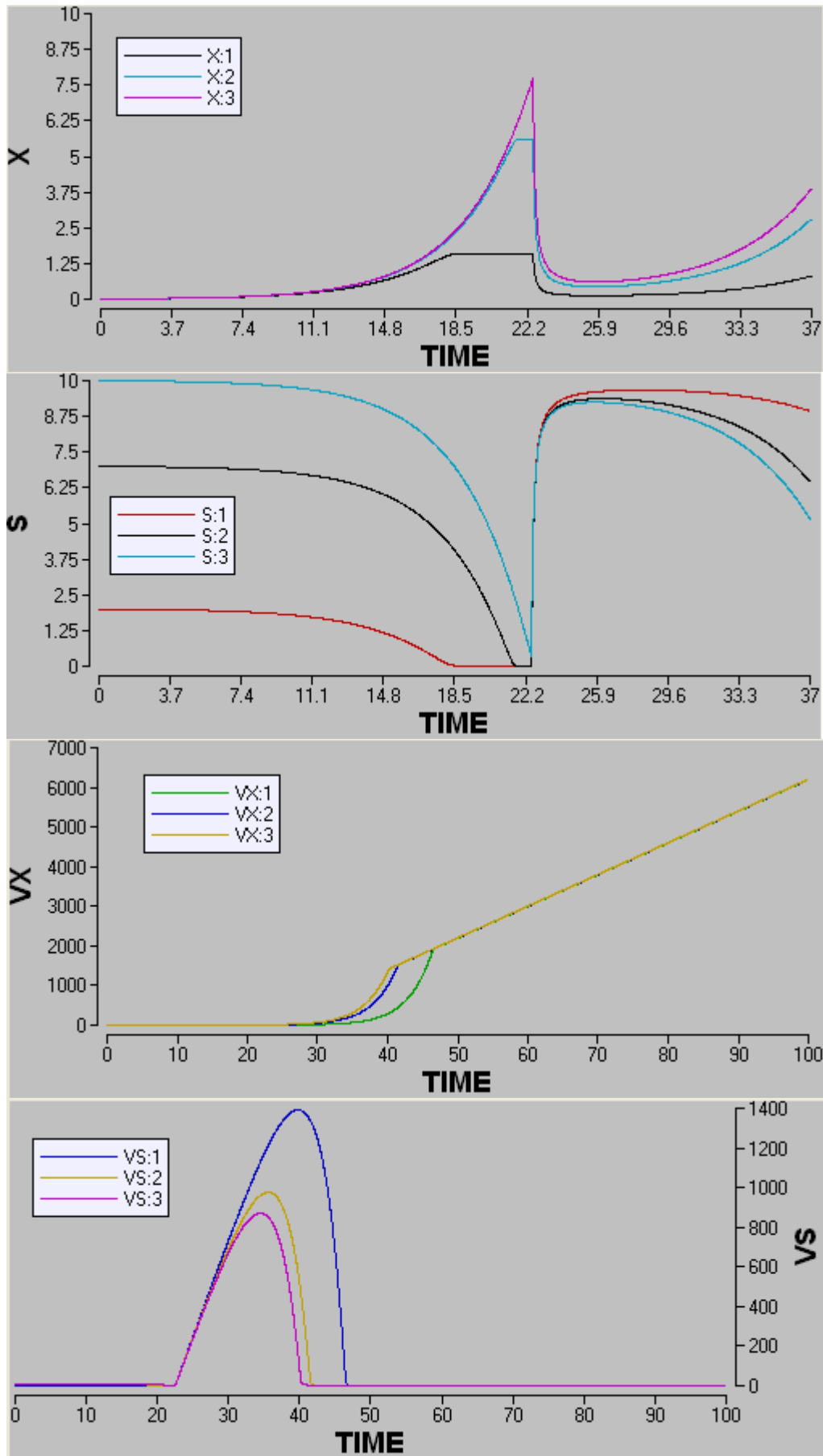




Komentar: Z večanjem F_v pri konstantnem S_v biomasa po dodatku substrata ($t=22,5$ h) kasneje pride nazaj na maksimalno vrednost, dodani substrat se počasneje porablja, volumna biomase in substrata raste (zato se njuna koncentracija niža).

4.8 Spreminjanje S_v (1, 10=začetni pogoji, 100) pri F_v =konst

$S_v=2,7,10$ (na istem grafu):

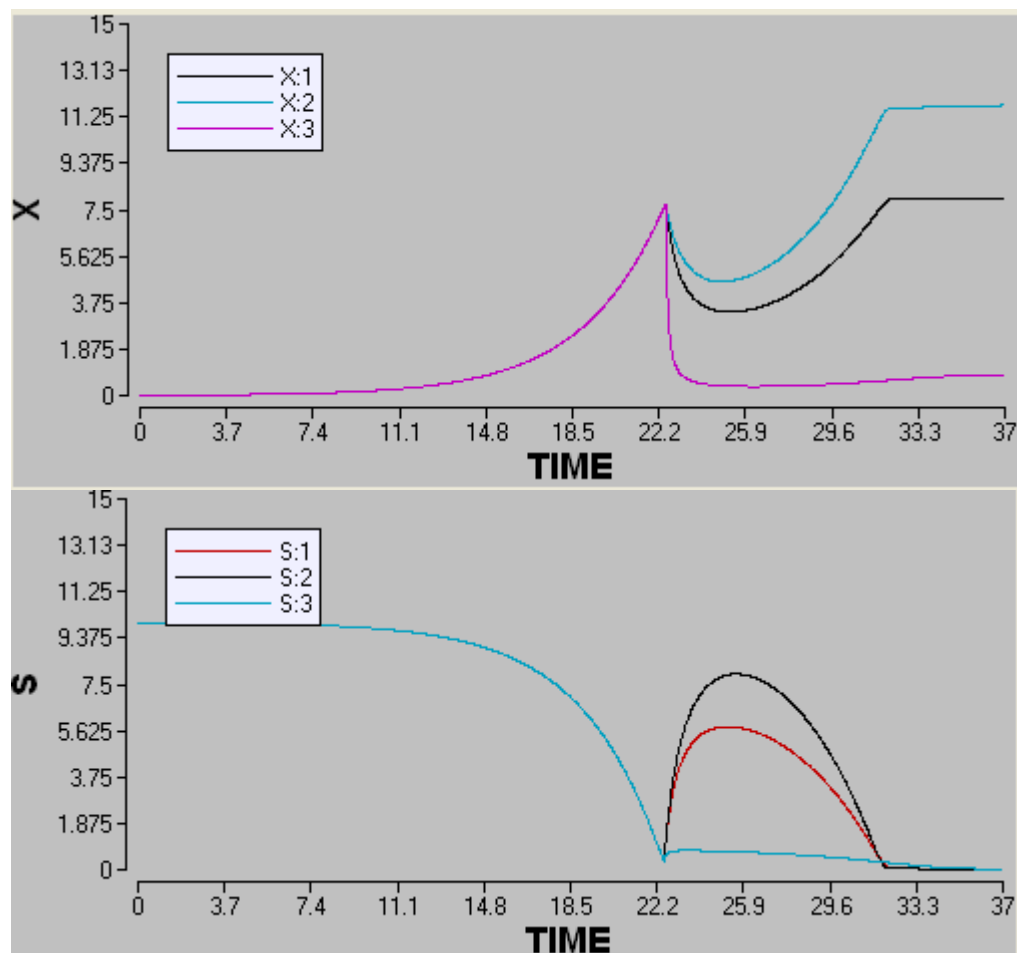


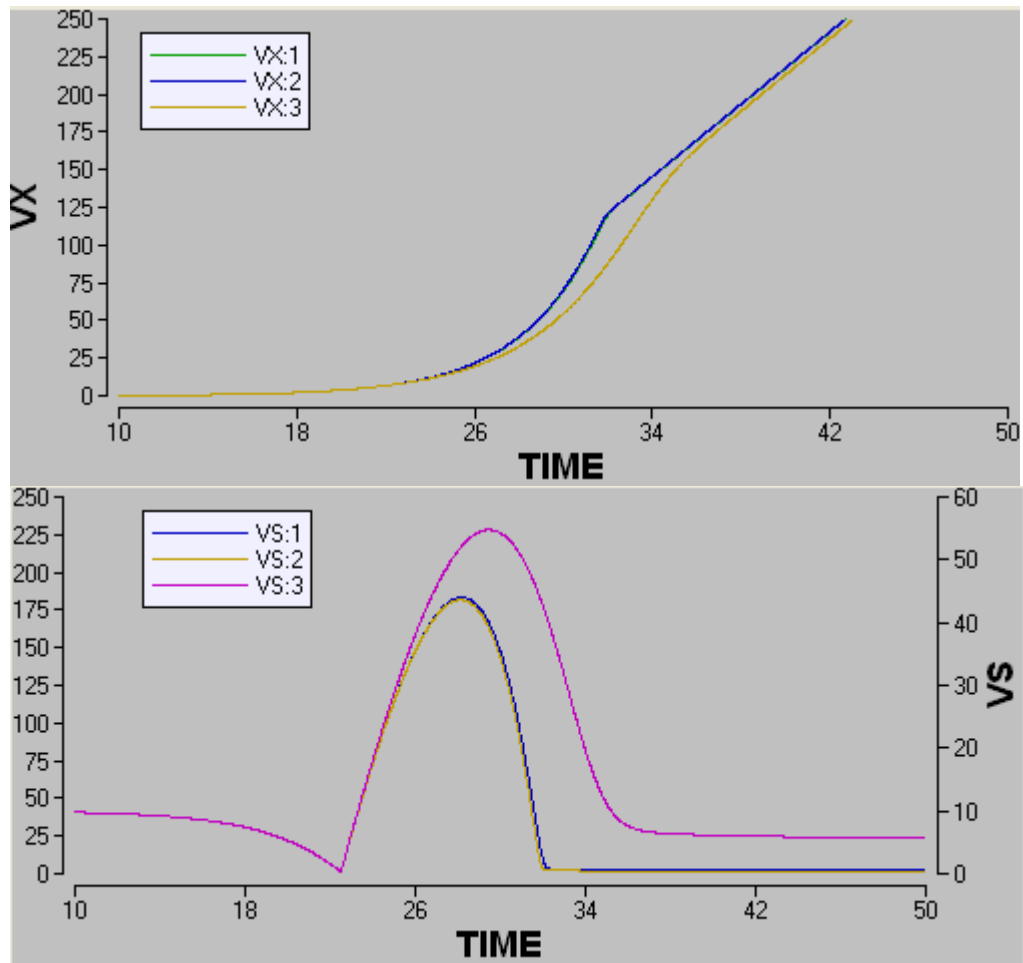
Komentar: Z večanjem S_v (vstopne koncentracije substrata) ob času $t=22,5$ h pri volumnu biomase ni bistvene spremembe, zato se tudi njena koncentracija bistveno ne spreminja. Zaradi večjega volumna substrata je S_v manjša.

4.9 Spreminjanje S_v in F_v , da bo $S_v \cdot F_v = \text{konst} = 15$

Št. v legendi	F_v	S_v	$F_v \cdot S_v$
1	1.5	10	15
2	1	15	15
3	15	1	15

← začetni pogoji





Komentar: Če držimo zmnožek $S_v \cdot F_v$ konstanten se zgodi naslednje: Če je S_v člen, ki je bistveno večji, nastane več biomase, substrat prej izgine, V_x in V_s pa se ne spremenita bistveno. Obratno velja, če je bistveno večji člen F_v .