

(12) **PARAIŠKOS APRAŠYMAS**

(21) Paraiškos numeris: **2023 551**
(22) Paraiškos padavimo data: **2023-12-19**
(41) Paraiškos paskelbimo data: **2024-06-25**
(30) Prioritetas: **GB2219698.4, 2022-12-23, GB**
GB2312393.8, 2023-08-14, GB
GB2312388.8, 2023-08-14, GB

(71) Pareiškėjas:
UAB „Thermo Fisher Scientific Baltics“, V. A.
Graičiūno g. 8, 02241 Vilnius, LT
(72) Išradėjas:
Juozas ŠIURKUS, LT
Dmitrij BUGAJEV, LT
Kristina PAGARAUSKAITĖ, LT
(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:
Otilija KLIMAITIENĖ, 35, AAA Law, A. Goštauto g.
40B, Verslo centras „Dvyniai“, LT-03163 Vilnius, LT

(54) Pavadinimas:
Ląstelių auginimo būdas

(57) Referatas:

Pagal šį išradimą yra pateiktas nuskaidrintos ląstelių kultūros, apimančios rekombinantinį baltymą, gamybos būdas, kur metodus apima: i) bioreaktoriaus inokuliaciją ląstelėse šeimininkė tam, kad būtų gauta ląstelių kultūra, kur minėta ląstelė šeimininkė yra *Escherichia coli*, transformuota raiškos sistema, apimančia: a) nukleorūgštį, koduojančią rekombinantinį baltymą, funkcionaliai susietą su pirmuoju indukuojamu promotoriumi; ir b) nukleorūgštį, koduojančią T4 lizocimo baltymą rėmelyje su nukleorūgštimi, koduojančia PelB sekretinį signalinį peptidą, funkcionaliai susietą su antruoju indukuojamu promotoriumi; ii) ląstelių kultūros fermentavimą, esant tokioms sąlygoms, kurios: a) suteikia galimybę ekspresuoti rekombinantinį polipeptidą; ir b) suteikia galimybę prasiskverbti į ląstelę taip, kad susidarytų sferoplastas, išskiriantis rekombinantinį polipeptidą; iii) nuskaidrinimą fermentuotos ląstelių kultūros, apimančios išskiriamą rekombinantinį baltymą, kur minėtas nuskaidrinimas apima pirminio nuskaidrinimo etapą, naudojant pirmąjį nuskaidrinimo filtrą, kurio porų dydis užtikrina bent apie 0,4 μm arba didesnes sulaikymo ribas, kur nuskaidrinimo etapas neapima centrifugavimo.

LT 2023 551 A

LĄSTELIŲ AUGINIMO BŪDAS

Šis išradimas yra susijęs su sistema, skirta ekspresuoti rekombinantinius baltymus panaudojant *E. coli*.

Technikos lygis

Escherichia coli yra dažnai pasirenkamas mikroorganizmas rekombinantiniams baltymams gaminti. Pagrindinės šio populiarumo priežastys yra dideli augimo tempai ir raiškos lygis, taip pat reikalingos paprastos ir nebrangios auginimo terpės. Tačiau *E. coli* yra prastai sekretuoja baltymus, o viduląstelių baltymų gamybos metodai, kuriuose naudojami *E. coli*, reikalauja ląstelių ardymo ir ląstelių nuolaužų pašalinimo. Priešingai, užląstelinė rekombinantinių baltymų ir fermentų gamyba labai sumažina bioproceso gamybos metodo sudėtingumą ir pagerina rekombinantinio produkto kokybę, kartu supaprastina baltymų aptikimą ir gryninimą. Be to, buvo įrodyta, kad aplinka, kurioje nėra su ląstelėmis susijusio proteolitinio skilimo, sukuria optimalią aplinką baltymų erdvinių struktūrų susidarymui.

Siekiant palengvinti viduląstelių baltymų gamybą iš *E. coli*, gali būti naudojamos įvairios technologijos. Paprastai pradiniai šių metodų etapai apima bakterijų ląstelių lizavimą arba suardymą tam, kad būtų suardyta bakterijų ląstelių sienelė ir viduląsteliniai baltymai galėtų išsiskirti į užląstelinę aplinką. Po šio atpalaidavimo reikalingi baltymai yra išgryninami iš ekstraktų, įprastai atliekant kelis chromatografijos etapus.

Įrodyta, kad keli metodai yra naudotini siekiant išlaisvinti viduląstelinius baltymus iš bakterijų ląstelių. Tarp jų yra cheminės lizės naudojimas, fiziniai ardymo metodai arba cheminių ir fizinių metodų derinys (Felix, H., Anal. Biochem. 120:211-234 (1982)).

Cheminiai bakterijų ląstelių sienelių ardymo metodai, kurie pasirodė tinkami, apima ląstelių apdorojimą organiniais tirpikliais, tokiais kaip toluenas, (Putnam, S. L., and Koch, A. L., Anal. Biochem. 63:350-360 (1975); Laurent, S. J., and Vannier, F. S., Biochimie 59:747-750 (1977); Felix, H., Anal. Biochem. 120:211-234 (1982)), chaotropais, tokiais kaip guanidino druskos (Hettwer, D., and Wang, H., Biotechnol. Bioeng. 33:886-895 (1989)), antibiotikais, tokiais kaip polimiksinas B (Schupp, J. M., et al., BioTechniques 19:18-20 (1995); Felix, H., Anal. Biochem. 120:211-234 (1982)), arba fermentais, tokiais kaip

lizocimas arba lizostafinas (McHenty, C. S., and Kornberg, A., J. Biol. Chem. 252(18):6478-6484 (1977); Cull, M., and McHenry, C. S., Meth. Enzymol. 182:147- 153 (1990); Hughes, A. J., Jr., et al., J. Cell Biochem. Suppl. 016 (Part B):84 (1992); Sambrook, J., et al., in Molecular Cloning: A Laboratory Manual, 2nd ed., Cold Spring Harbor, N.Y.: Cold Spring Harbor Laboratory Press (1989), pp. 17- 38; Ausubel, F. M., et al., in Current Protocols in Molecular Biology, New York: John Wiley & Sons (1993), pp. 4.4.1-4.47). Šių įvairių cheminių medžiagų poveikį galima sustiprinti tuo pačiu metu apdorojant bakterijų ląsteles detergentais, tokiais kaip Triton X-100®, natrio dodecilsulfatas (SDS) arba Brij 35 (Laurent, S. J., and Vannier, F. S., Biochimie 59:747-750 (1977); Felix, H., Anal. Biochem. 120:211-234 (1982); Hettwer, D., and Wang, H., Biotechnol. Bioeng, 33:886-895 (1989); Cull, M., and McHenry, C. S., Meth. Enzymol. 182:147-153 (1990); Schupp, J. M., et al., BioTechniques 19:18-20 (1995)), arba baltymais ar protaminais, tokiais kaip jaučio serumo albuminas ar spermidinas (McHenry, C. H. and Kornberg, A., J. Biol. Chem. 252(18): 6478-6484 (1977); Felix, H., Anal. Biochem. 120:211-234 (1982); Hughes, A. J., Jr., et al., J. Cell Biochem. Suppl. 0 16 (Part B):84 (1992)).

Be šių įvairių cheminių apdorojimo būdų, buvo naudojami keli fiziniai ardymo metodai. Šie fiziniai metodai apima osmosinį šoką, pvz., ląstelių suspensiją hipotoniniame tirpale, kai yra arba nėra emulsiklių (Roberts, J. D., and Lieberman, M. W., Biochemistry 18:4499-4505 (1979); Felix, H., Anal. Biochem. 120:211-234 (1982)), džiovinimą (Mowshowitz, D. B., Anal. Biochem. 70:94-99 (1976)), maišymą su granulėmis, tokį kaip malimą rutuliniame malūne (Felix, H., Anal. Biochem. 120:211-234 (1982); Cull, M., and McHenry, C. S., Meth. Enzymol. 182:182:147-153 (1990)), temperatūrinį šoką, pvz., sušaldymo-atšildymo ciklai (Lazzarini, R. A., and Johnson L. D., Nature New Biol. 243:17-20 (1975); Felix, H., Anal. Biochem. 120:211-234 (1982)), apdorojimą ultragarsu (Amos, H., et al., J. Bacteriol. 94:232-240 (1967); Ausubel, F. M., et al., in Current Protocols in Molecular Biology, New York, John Wiley & Sons (1993), pp. 4.4.1-4.47) suardymą slėgiu, pvz., panaudojant prancūziško preso slėgio kamerą (Ausubel, F. M., et al., in Current Protocols in Molecular Biology, New York, John Wiley & Sons (1993), pp. 16.8.6-16.8.8). Kiti metodai apjungia šiuos cheminius ir fizinius suardymo metodus, pvz., apdorojimą lizocimu, po kurio atliekamas apdorojimas ultragarsu arba slėgiu, siekiant maksimaliai padidinti ląstelių ardymą ir baltymų išsiskyrimą (Ausubel, F. M., et al., in Current Protocols in Molecular Biology, New York, John Wiley & Sons (1993), pp. 4.4.1-4.47).

Šie suardymo metodai turi keletą privalumų, įskaitant jų gebėjimą greitai ir visiškai suardyti bakterijų ląsteles taip, kad būtų maksimaliai padidintas viduląstelių baltymų išsiskyrimas.

Tačiau šie metodai taip pat turi ryškių trūkumų. Pavyzdžiui, fiziniai metodai iš esmės apima bakterijų ląstelių sienelių ir plazmos membranų suplėšymą ir suskaidymą. Dėl šių procesų gaunami ekstraktai, kuriuose yra daug kietųjų dalelių, tokių kaip membranos arba ląstelės sienelės fragmentai, kurie turi būti pašalinti iš ekstraktų, įprastai centrifuguojant, prieš išgryninant rekombinantinius baltymus. Šis centrifugavimo poreikis apriboja serijos, kurią galima apdoroti vienu kartu, dydį iki turimos centrifugos tūrio dydžio; taigi, didelio gamybos masto preparatai yra neįgyvendinami, o gal net neįmanomi. Be to, fiziniai metodai ir daugelis cheminių metodų įprastai lemia ne tik norimų viduląstelių baltymų, bet ir nepageidaujamų nukleorūgščių bei membraninių lipidų išsiskyrimą iš ląstelių (pastarųjų ypač atsiranda naudojant organinius tirpiklius). Šie nepageidaujami ląstelių komponentai taip pat apsunkina tolesnius pageidaujamų baltymų gryninimo procesus, nes padidina ekstraktų klampumą (Sambrook, J., et al., in: *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*, 2nd ed., Cold Spring Harbor, N.Y.: Cold Spring Harbor Laboratory Press (1989), pp 17-38; Cull, M., and McHenry, C. S., *Meth. Enzymol.* 182:147- 153 (1990)) ir su dideliu aidiškumu bei giminingumu jungiasi prie nukleorūgštis modifikuojančių baltymų, tokių kaip DNR polimerazės, RNR polimerazės ir restrikcijos fermentai.

Natūraliai atsirandantys lizuojantys ir nuosaikieji bakteriofagai turi galimybę išprovokuoti šeimininko ląstelių lizę, ekspresuodami specifinius baltymus lizinio ciklo metu. Šie liziuojantys baltymai buvo nustatyti ir plačiai ištirti, pavyzdžiui, T4 ir T7 bakteriofaguose. Lizuojantys baltymai apima ir holinus, ir lizocimus. Holinai suformuoja stabilius ir nespecifinius citoplazminės membranos pažeidimus, kurie sudaro sąlygas lizocimams patekti į peptidoglikano sluoksnį. Lizocimai pasižymi muraliziniu aktyvumu prieš tris skirtingus ląstelės sienelės peptidoglikano polimero kovalentinių ryšių tipus (glikozidinius, amidinius ir peptidinius). Kartu holino ir lizocimo aktyvumas suardo dvi gramneigiamų bakterijų ląstelių membranas ir taip sukelia ląstelių lizę.

E. coli buvo sukonstruota taip, kad ekspresuotų T4 bakteriofago lizinius baltymus tam, kad būtų užtikrinta užprogramuota ląstelių lizė, siekiant pagerinti rekombinantinių baltymų

gamybos tolesnio apdorojimo efektyvumą ir ekonomiškumą (M. Morita, K. Asami, Y. Tanji, and H. Unno, "Programmed *Escherichia coli* Cell Lysis by Expression of Cloned T4 Phage Lysis Genes," Biotechnology Progress , vol. 17, (no. 3), pp. 573-576, 2001).

Konstruktai *Escherichia coli* pagrindu yra auksinis standartas rekombinantinių baltymų gamyboje, kai modifikacijos po transliacijos yra nebūtinės. Pagrindinės *E. coli* populiarumo priežastys yra dideli augimo tempai ir ekspresijos lygiai, taip pat paprastos ir nebrangios auginimo terpės.

Tačiau *E. coli* nėra tobulas šeimininkas, nes jos įprastai neišskiria baltymų į užląstelinę terpę. Taigi viena problema, susijusi su metodais, kuriuose naudojamos *E. coli*, yra ta, kad ląstelių ardymo žingsnis tampa ribojimu ir nėra ekonomiškai efektyvus bandomuoju ar pramoniniu mastu, kai siekiama įgyvendinti uždarą ir (arba) nuolatinį proceso vyksmą.

Viena su šiais metodais susijusių problemų yra ta, kad gauti rekombinantiniai baltymai įprastai turi priemaišų. Tai, pavyzdžiui, yra problema gaminant nukleorūgštis modifikuojančius fermentus, nes fermentų preparatai įprastai yra užteršti nukleorūgštimis (pvz., RNR ir DNR). Ši priemaišinė nukleorūgštis gali būti ne tik iš organizmų, kurie yra fermento šaltinis, bet ir iš nežinomų organizmų, esančių reagentuose ir medžiagose, naudojamose fermentui valyti po jo išsiskyrimo iš ląstelių. Tai ypač aktualu atvirkštinės transkriptazės arba DNR polimerazės fermentams, nes jie yra įprastai naudojami nukleorūgščių molekulių amplifikacijos ir sintezės metoduose (pvz., polimerazės grandininėje reakcijoje (PGR), ypač RT-PGR). Tokiame pavyzdyje užterštos DNR arba RNR buvimas fermentų preparatuose yra didelė problema, nes tai gali sukelti klaidingus amplifikacijos arba sintezės rezultatus. Be to, augant fermentų, kaip biokatalizatorių, poreikiui farmacijoje, fermentų preparatų kokybei keliami papildomi reikalavimai, tokie kaip specifiškumas, nuoseklumas pereinant nuo vienos serijos prie kitos, gyvūninės kilmės priemaišų ir antibiotikų nebuvimas, būtinai turi atitikti reguliatorinius reikalavimus.

Taigi, išlieka rekombinantinių baltymų, apimančių *E. coli*, kuriuose iš esmės nėra priemaišų, tokių kaip nukleorūgštys, gamybos metodų poreikis. Šie metodai gali pašalinti užteršimo riziką, pavyzdžiui, iš aplinkos ir personalo, ir įgalinti greitesnį ir lygiagretų gamybos procesą vieno proceso atlikimo vietoje.

Trumpas išradimo aprašymas

Pagal šį išradimą yra pateiktas nuskaidrintos ląstelių kultūros, apimančios rekombinantinį baltymą, gamybos būdas, kur metodas apima:

i) bioreaktoriaus inokuliavimą ląstele šeimininke tam, kad būtų gauta ląstelių kultūra, kur minėta ląstelė šeimininkė yra *Escherichia coli*, transformuota raiškos sistema, apimančia:

a) nukleorūgštį, koduojančią rekombinantinį baltymą, funkcionaliai susietą su pirmuoju indukuojamu promotoriumi, kur baltymas yra neorganinė pirofosfatazė (IPP); ir

b) nukleorūgštį, koduojančią T4 lizocimo baltymą rėmelyje su nukleorūgštimi, koduojančia PelB sekretinį signalinį peptidą, funkcionaliai susietą su antruoju indukuojamu promotoriumi;

ii) ląstelių kultūros fermentavimą, esant tokioms sąlygoms, kurios:

a) suteikia galimybę ekspresuoti rekombinantinį polipeptidą; ir

b) suteikia galimybę prasiskverbti į ląstelę taip, kad susidarytų sferoplastas, išskiriantis rekombinantinį polipeptidą;

iii) nuskaidrinimą fermentuotos ląstelių kultūros, apimančios išskiriamą rekombinantinį baltymą, kur minėtas nuskaidrinimas apima pirminį nuskaidrinimo etapą, naudojant pirmąjį nuskaidrinimo filtrą, kurio porų dydis užtikrina mažiausiai apie 0,4 μm arba didesnes sulaikymo ribas, kur nuskaidrinimo etapas neapima centrifugavimo.

Tinkamu būdu, šio išradimo metoduose, metodas papildomai apima antrinį nuskaidrinimo etapą, panaudojant antrąjį filtrą, kurio porų dydis užtikrina mažiausiai apie 0,4 μm sulaikymo ribas.

Tinkamu būdu, šio išradimo metoduose, pirminiame nuskaidrinimo etape naudojamas pirmasis filtras, kurio porų dydis užtikrina mažiausiai nuo maždaug 0,4 iki maždaug 0,9 μm sulaikymo ribas.

Tinkamu būdu, šio išradimo metoduose, antrinio nuskaidrinimo etape naudojamas antrasis filtras, kurio porų dydis užtikrina mažiausiai nuo maždaug 0,4 iki maždaug 0,8 μm sulaikymo ribas.

Tinkamu būdu, šio išradimo metoduose, pirminis nuskaidrinimo etapas ir (arba) antrinis nuskaidrinimo etapas yra mikrofiltravimas.

Tinkamu būdu, šio išradimo metoduose, kur pasirinktinai mikrofiltravimas yra giluminis filtravimas.

Tinkamu būdu, šio išradimo metoduose, mikrofiltravimas yra parenkamas iš normalaus srauto filtravimo (NFF) arba tangentinio srauto filtravimo (TFF).

Tinkamu būdu, šio išradimo metoduose, nuskaidrintos ląstelių kultūros drumstumas yra mažesnis nei maždaug 20 NTU.

Tinkamu būdu, šio išradimo metoduose, minėta fermentacijos pakopa apima stabilizuojančio agento įdėjimą į ląstelių kultūrą.

Tinkamu būdu, šio išradimo metoduose, procesas atliekamas uždaroje sistemoje taip, kad tarp bioreaktoriaus ir pirmojo bei antrojo nuskaidrinimo filtrų būtų palaikomas sterilus srautas.

Tinkamu būdu, šio išradimo metoduose, procesas taip pat apima pakopą, kai su minėta nuskaidrinta ląstelių kultūra vykdomos viena arba daugiau iš minėto rekombinantinio baltymo gryninimo pakopų.

Šis išradimas taip pat pateikia baltymo gamybos būdą, apimantį:

i) rekombinantinės *Escherichia coli* ląstelės kultivavimą tokiomis sąlygomis, kurios:

a) suteikia galimybę ekspresuoti rekombinantinį polipeptidą; ir

b) suteikia galimybę prasiskverbti į ląstelę taip, kad susidarytų sferoplastas, kuris sekretuoja baltymą; ir

ii) baltymo išskyrimą iš kultūros be visiško rekombinantinės ląstelės lizavimo, kur ląstelė apima raiškos sistemą, apimančią:

a) nukleorūgštį, koduojančią baltymą, funkcionaliai susietą su pirmuoju indukuojamu promotoriumi, kur baltymas yra neorganinė pirofosfatazė (IPP); ir

b) nukleorūgštį, koduojančią T4 lizocimo baltymą rėmelyje su nukleorūgštimi, koduojančia PelB sekretinį signalinį peptidą, funkcionaliai susietą su antruoju indukuojamu promotoriumi.

Tinkamu būdu, išradimo metodai neapima: (i) mechaninio ląstelių ardymo; (ii) egzogeninio fermento, kuris ardo ląstelės sienelę, pridėjimo; ir (iii) ląstelės transformavimo raiškos vektoriais, kurių sudėtyje yra nukleorūgštis, koduojanti egzogeninį fermentą, kuris ardo citoplazminę membraną.

Tinkamu būdu, šio išradimo metoduose, nukleorūgštis, koduojanti baltymą, funkcionaliai susietą su pirmuoju indukuojamu promotoriumi, yra pirmajame konstrukte, o nukleorūgštis, koduojanti T4 lizocimą rėmelyje su nukleorūgštimi, koduojančia PelB sekretinį signalinį peptidą, yra antrajame konstrukte.

Tinkamu būdu, šio išradimo metoduose, pirmasis indukuojamas promotorius ir antrasis indukuojamas promotorius yra indukuojami nuosekliai.

Tinkamu būdu, šio išradimo metoduose, pirmasis indukuojamas promotorius ir antrasis indukuojamas promotorius yra indukuojami vienu metu.

Tinkamu būdu, šio išradimo metoduose, pirmasis indukuojamas promotorius yra IPTG indukuojamas promotorius, pasirinktinai kur IPTG indukuojamas promotorius yra PT7.

Tinkamu būdu, šio išradimo metoduose, antrasis indukuojamas promotorius yra arabinozės indukuojamas promotorius, kur pasirinktinai arabinozės indukuojamas promotorius yra araB.

Tinkamu būdu, šio išradimo metoduose, T4 lizocimo fermentą koduoja genas E.

Tinkamu būdu, šio išradimo metoduose, *E. coli* yra *Escherichia coli* B kamienas.

Tinkamu būdu, šio išradimo metoduose, fermentavimas arba kultivavimas apima temperatūros pakeitimą iš pirmosios temperatūros į antrąją temperatūrą, kur pasirinktinai antroji temperatūra yra žemesnė nei pirmoji temperatūra.

Išradimas taip pat pateikia rekombinantinį baltymą, pagamintą naudojant šio išradimo metodus.

Trumpas brėžinių aprašymas

Išradimo įgyvendinimo variantai toliau aprašomi kartu su nuoroda į pridedamus brėžinius, kuriuose:

1 paveiksle parodytos plazmidžių struktūros: (A) tikslinio geno raiškos vektorius pET21b-ppa-Kn, (B) T4 geno gpe raiškos vektorius pAra-pelB-gpe.

2 paveiksle parodytas mikroskopinis *E. coli* ląstelių vaizdas prieš ir po gpe geno raiškos indukcijos.

3 paveiksle parodytas *E. coli* BL21(DE3) [pAra-pelB-gpe]/pET21b-ppa-Kn IPP raiškos 12 % SDS-PAGE su lizės palyginimu 5 l (Biostat A) ir kolbos mastu: (1) - „PageRuler™ Prestained Protein Ladder“ (Thermo Fisher). (2) - biomasės mėginys prieš indukciją Biostat A (70 µg, normalizuotas pagal OD), (3) - biomasės mėginys po indukcijos Biostat A (70 µg, normalizuotas pagal OD), (4) - biomasės mėginys prieš indukciją kolboje (70 µg, normalizuotas pagal OD), (5) - biomasės mėginys po indukcijos kolboje (70 µg, normalizuotas pagal OD), (6) – „PageRuler™ Prestained Protein Ladder“ (Thermo Fisher), (7) - supernatanto mėginys prieš indukciją Biostat A (5,25 µl), (8) - supernatanto mėginys po indukcijos Biostat A (5,25 µl), (9) - supernatanto mėginys prieš indukciją kolboje (5,25 µl), (10) - supernatanto mėginys po indukcijos kolboje (5,25 µl), (11) „PageRuler™ Prestained Protein Ladder“ (Thermo Fisher).

4 paveiksle parodytas IPP raiškos lygio palyginimas *E.coli* BL21(DE3) [pAra-pelB-gpe]/[pET21b-ppa-Kn] terpėje, naudojant bazinę T4 lizocimo gamybos ypatybę 5 l Biostat A ir kolboje po 3 ir 20 val.: (1) - „PageRuler™ Prestained Protein Ladder“ (Thermo Fisher). (2) - terpės mėginys prieš IPP indukciją kolboje (5,25 µl), (3) - terpės mėginys praėjus 3 valandoms po IPP indukcijos kolboje (5,25 µl), (4) - terpės mėginys praėjus 20 valandų po

IPP indukcijos kolboje (5,25 μ l), (5) - terpės mėginys prieš IPP indukciją Biostat A (5,25 μ l), (6) - terpės mėginys praėjus 3 valandoms po IPP Biostat A (5,25 μ l), (7) - terpės mėginys praėjus 20 valandų po IPP Biostat A (5,25 μ l).

5 paveiksle pavaizduotas IPP raiškos procesas maišomame bioreaktoriuje Biostat A.

6 paveiksle pavaizduotas IPP raiškos procesas 300 l SUF bioreaktoriuje.

7 paveiksle pateikta nuskaidrinimo proceso schema, naudojama įvairiems rekombinantiniams baltymams, tokiems kaip IPP (neorganinė pirofosfatazė), gauti.

Detalus aprašymas

Skaitytojo dėmesys nukreipiamas į visus straipsnius ir dokumentus, kurie yra pateikti kartu su šia specifikacija arba iki jos pateikimo, susijusius su šia paraiška, ir kurie yra atviri visuomenei susipažinti su šia specifikacija, o visų tokių straipsnių ir dokumentų turinys čia įtrauktas kaip nuoroda.

Atitinkamai, išradimas pateikia išgrynintos ląstelių kultūros, apimančios rekombinantinį baltymą, gamybos būdą, kur metodas apima:

i) bioreaktoriaus inokuliavimą ląstele šeimininke tam, kad būtų gauta ląstelių kultūra, kur minėta ląstelė šeimininkė yra *Escherichia coli*, transformuota raiškos sistema, apimančia:

a) nukleorūgštį, koduojančią rekombinantinį baltymą, funkcionaliai susietą su pirmuoju indukuojamu promotoriumi, kur baltymas yra neorganinė pirofosfatazė (IPP); ir

b) nukleorūgštį, koduojančią T4 lizocimo baltymą rėmelyje su nukleorūgštimi, koduojančia PelB sekretinį signalinį peptidą, funkcionaliai susietą su antruoju indukuojamu promotoriumi;

ii) ląstelių kultūros fermentavimą, esant tokioms sąlygoms, kurios:

a) suteikia galimybę ekspresuoti rekombinantinį polipeptidą; ir

b) suteikia galimybę prasiskverbti į ląstelę taip, kad susidarytų sferoplastas, išskiriantis rekombinantinį polipeptidą;

iii) nuskaidrinimą fermentuotos ląstelių kultūros, apimančios išskiriamą rekombinantinį baltymą, kur minėtas nuskaidrinimas apima pirminio nuskaidrinimo etapą, naudojant pirmąjį nuskaidrinimo filtrą, kurio porų dydis užtikrina mažiausiai apie 0,4 µm arba didesnes sulaikymo ribas, kur nuskaidrinimo etapas neapima centrifugavimo.

Kaip privalumą išradėjai nustatė, kad rekombinantiniai *E. coli* sferoplastai išskiria baltymą iki ląstelių lizavimo.

Išradėjai parodė, kad koordinuota nukleorūgštis, koduojančios T4 lizocimą, susieta su pektato liazės B (PelB) sekrecijos signaline seka, raiška kartu su nukleorūgštis, koduojančios rekombinantinį polipeptidą (pvz., neorganinę pirofosfatazę), užtikrina labai veiksmingą būdą ekspresuoti didelius rekombinantinio baltymo kiekius, pvz. neorganinės pirofosfatazės, be reikmės surinkti rekombinantines ląsteles iš fermentacijos kultūros ir vėliau ląsteles lizuoti mechaniniu arba fermentiniu būdu taip, kad būtų atpalaiduotas rekombinantinis baltymas. Tuo atveju, kai T4 fago lizocimo genas yra klonuojamas po griežtai kontroliuojamo promotoriaus, tokio kaip *araB*, T4 fago lizocimo periplazminis kaupimasis gali būti sužadintas pridendant induktoriaus (pvz., arabinozės) tinkamu fermentacijos proceso metu. T4 fago lizocimo raiška su PelB signaline seka palengvina T4 lizocimo perkėlimą į periplazminę sritį, kur fermentas suardo peptidoglikano sluoksnį, ir dėl to ląstelėje atsiranda morfologinių pokyčių, dėl kurių susidaro sferoplastas.

Rekombinantinis polipeptido genas, pvz., neorganinės pirofosfatazės genas, yra klonuojamas kontroliuojant indukuojamam promotoriui, tokiam kaip PT7 arba *lacUV5*, baltymo raiška gali būti indukuojama pridendant induktorių, tokį kaip IPTG, tinkamu fermentacijos proceso momentu. Realizavus rekombinantinio peptido, pvz., neorganinės pirofosfatazės ir T4 fago lizocimo, nukleorūgštis raišką taip, kad ji būtų kontroliuojama atskiromis promotoriais, jų raiška gali nepriklausomai reguliuoti kiekvieno fermento gamybą fermentacijos metu. Išradėjai įrodė, kad T4 lizocimu indukuoti sferoplastai išskiria rekombinantinį baltymą, pvz., neorganinę pirofosfatazę, į kultūros supernatantą be sekrecijos signalinės sekos. Išradėjai pastebėjo, kad rekombinantinė raiška rekombinantinio baltymo, pvz., neorganinės pirofosfatazės, neturi žalingo poveikio ląstelei šeimininkei. Iš

tiesų išradėjai parodė, kad indukuoti sferoplastai galėjo *de novo* ekspresuoti rekombinantinį peptidą, pvz., neorganinę pirofosfatazę, mažiausiai 4 valandas po T4 lizocimo indukcijos. Be to išradėjai pademonstravo, kad gautą fermentuotą ląstelių kultūrą galima sėkmingai nuskaidrinti naudojant nuskaidrinimo filtrą, kurio porų dydis neįprastai didelis, kas užtikrina mažiausiai apie 0,4 μm sulaikymo ribas. Tai buvo visiškai netikėta, nes nustatyti *E.coli* bakterijai rekomenduojami pirminiai nuskaidrinimo metodai pagrįsti tangentiniu srauto filtravimu, panaudojant filtrą, kurio porų dydis $<0,2 \mu\text{m}$, kartu su centrifugavimu tam, kad būtų pašalintos ląstelių nuolaužos.

Papildomai išradėjai įrodė, kad fermentuotos sferoplastų ląstelių kultūros gali būti efektyviai išvalytos neatliekant centrifugavimo. Pašalinus centrifugavimo pakopos būtinumą, fermentacija ir nuskaidrinimas gali būti vykdomi uždaroje sistemoje, tokiu būdu pašalinant išorinio užteršimo riziką.

Taigi *E. coli*, transformuotų raiškos sistema, kuri sudarė sąlygas ląstelės pralaidumui, kartu su nuskaidrinimo procesu, kuriam nereikalingas centrifugavimas, ne tik sumažina užteršimo riziką baltymų gamybos metu, bet ir papildomai eliminuoja eilę tolesnių apdorojimo būdų gamybos etapuose, įskaitant: ląstelių surinkimą, mechaninį ir (arba) fermentinį ląstelių lizavimą, ląstelių nuolaužų atskyrimą, nukleorūgščių nusodinimą, po kurio vyksta atskyrimas naudojant filtravimą arba centrifugavimą. Taigi apibrėžti metodai užtikrina didelę baltymų išeigą esant dideliame ląstelių tankiui ir padidintam mastui. Be to, eliminavus poreikį lizuoti ląsteles šeimininkes ir susijusius centrifugavimo etapus, sutrumpėja didelio masto apdorojimo laikas nei naudojant įprastus metodus lizavimo pagrindu.

Raiškos sistema

Išradimo būdas naudoja raiškos sistemą, kuri apima i) nukleorūgštį, koduojančią rekombinantinį baltymą, funkcionaliai susietą su pirmuoju indukuojamu promotoriumi; ir ii) nukleorūgštį, koduojančią T4 lizocimo baltymą rėmelyje su nukleorūgštimi, koduojančia PelB sekretinį signalinį peptidą, funkcionaliai susietą su antruoju indukuojamu promotoriumi, kur baltymas yra neorganinė pirofosfatazė (IPP).

Čia vartojamas terminas „neorganinė pirofosfatazė“ arba „IPP“ reiškia fermentą, kuris katalizuoja neorganinio pirofosfato hidrolizę taip, kad susiformuotų ortofosfatas. Neorganinė

pirofosfatazė gali būti susijusi su toliau išvardytais dalykais: GeneBank: X13253.1, 99 % tapatumas, baltymų seka: NCBI referentinė seka: CAA31629.1, baltymo pavadinimas: ribonukleazės inhibitorius. Atitinkamai, neorganinė pirofosfatazė gali apimti seką SEQ ID Nr. 1.

Čia vartojamas terminas „T4 lizocimas“, „E baltymas“ arba „gpe“ reiškia citoplazminę muramidazę, kuri palengvina T4 fagu užkrėstų bakterijų ląstelių lizę, tokiu būdu atpalaiduojant replikuotas fago daleles (Tsugita and Inouye, J. Mol. Biol., 37: 201-12 (1968); Tsugita and Inouye, J. Biol. Chem., 243: 391-97 (1968), Uniprot accession: D9IEF7), arba mutantą, darinį arba fragmentą, turintį DNR polimerazės aktyvumą. Ją koduoja T4 bakteriofago genas, ir ji hidrolizuoja ryšius tarp N-acetilgliukozamino ir N-acetilmuramo rūgšties liekanų standžiajame *E. coli* ląstelės apvalkalo peptidoglikano sluoksnyje. Fermentas yra vienos polipeptidinės grandinės, kurios molekulinė masė yra 18,3 kDa. Ji yra maždaug 250 kartų aktyvesnė nei HEW-lizocimas bakterinio peptidoglikano atžvilgiu (Matthews et al., J. Mol. Biol., 147: 545-558 (1981)). Optimali pH vertė T4 lizocimo fermento aktyvumui yra 7,3, o HEW-lizocimui – 9 (The Worthington Manual ; pp 219- 221). T4 fermentas gali turėti seką, apibrėžtą NCBI referentinę seką: NP_049736.1. T4 fermentas gali turėti seką SEQ ID Nr. 2.

Čia vartojamas terminas „rekombinantinis“ reiškia baltymus, kurie yra sukonstruoti, paruošti, ekspresuoti, sukurti, pagaminti ir (arba) išskirti rekombinantinėmis priemonėmis, tokiomis kaip, polipeptidai, ekspresuojami naudojant rekombinantinį raiškos vektorių, transfekuotą į ląstelę šeimininkę. Kai kuriuose įgyvendinimo variantuose rekombinantinis baltymas yra funkcinis variantas, gautas iš žinomo neorganinės pirofosfatazės (IPP) polipeptido. Kai kuriuose įgyvendinimo variantuose funkcinio varianto polipeptido seka yra mažiausiai 70 %, 75 %, 80 %, 82 %, 84 %, 85 %, 86 %, 87 %, 88 %, 89 %, 90 %, 91 %, 92 %, 93 %, 94 %, 95 %, 96 %, 97 %, 98 %, 99 %, identiška IPP polipeptido sekai SEQ ID Nr. 1. Dviejų sekų tapatumo procentinė dalis priklauso nuo identiškų sekų padėčių skaičiaus, atsižvelgiant į tarpų skaičių ir kiekvieno tarpo ilgį, kurį reikia įvesti tam, kad dvi sekos būtų optimaliai suderintos. Sekų palyginimas ir dviejų sekų tapatumo procentinis nustatymas gali būti atliktas naudojant matematinį algoritmą. Priimtinaime įgyvendinimo variante dviejų aminorūgščių sekų identiškumo procentas yra nustatomas naudojant (Needleman ir kt. (1970) J. Mol. Biol. 48:444-453) algoritmą, kuris buvo įtrauktas į GAP programą GCG

programinės įrangos pakete (galima rasti adresu <http://www.gcg.com>), naudojant BLOSUM 62 matricą arba PAM250 matricą ir tarpo svorį lygų 16, 14, 12, 10, 8, 6 arba 4, o ilgio svorį lygų 1, 2, 3, 4, 5 arba 6. Dar kitame priimtinaame įgyvendinimo variante procentinis dviejų nukleotidų sekų tapatumas nustatomas naudojant GAP programą GCG programinės įrangos pakete (galima rasti adresu <http://www.gcg.com>), naudojant NWSgapdna.CMP matricą ir tarpo svorį lygų 40, 50, 60, 70 arba 80, o ilgio svorį lygų 1, 2, 3, 4, 5 arba 6. Ypač pageidautinas parametų rinkinys (ir tas, kuris turėtų būti naudojamas, jei specialistas nėra tikras, kokius parametrus reikėtų taikyti, kad nustatytų, ar molekulė išsitenka išradimo sekos tapatumo arba homologijos apribojimuose) yra BLOSUM 62 balų skaičiavimo matrica su tarpo bauda lygia 12, tarpo išplėtimo bauda 4, ir rėmelio poslinkio tarpo bauda lygia 5. Kaip alternatyvą, dviejų aminorūgščių arba nukleotidų sekų procentinį tapatumą galima nustatyti naudojant algoritmą (Meyers ir kt. (1989) CABIOS 4:11-17)), kuris buvo įtrauktas į ALIGN programą (2.0 versija), naudojant PAM120 svorio liekanos lentelę, tarpo ilgio baudą lygia 12 ir tarpo baudą lygia 4.

Raiškos sistemos, skirtos panaudoti pagal šio išradimo būdą, gali būti suformuotos naudojant metodus, kurie yra gerai žinomi šioje srityje. Apskritai, cDNR arba genominė DNR, koduojanti rekombinantinį baltymą, tokį kaip pirofosfatazė arba T4 lizocimas, yra tinkamai įterpiama į replikuojamą vektorių, skirtą raiškai bakterijose, kontroliuojant *E. coli* tinkamu promotoriumi. Tinkami vektoriai yra gerai žinomi šioje srityje, o atitinkamo vektoriaus pasirinkimas priklausys nuo nukleorūgšties, kuri bus įterpiama į vektorių, dydžio ir ląstelės šeimininkės, kuri turi būti transformuojama vektoriumi. Kiekvienas vektorius turi įvairių komponentų. Pavyzdžiui, bakterinės transformacijos vektoriai apims rekombinantinio polipeptido signalinę seką ir taip pat rekombinantinio polipeptido promotorių. Pageidautina, kad jie apimtų replikacijos pradžią ir vieną arba daugiau žymeklių genų.

Pageidautina, kad vektoriai būtų gauti iš rūšių, suderinamų su ląstele šeimininke, ir būtų naudojami kartu su bakteriniais šeimininkais, t. y. vektorius, suderinamas su *E. coli*. Pageidautina, kad vektoriuje būtų replikacijos vieta ir žymenys, kurie užtikrintų transformuotų ląstelių fenotipinę atranką. Raiškos vektoriai, skirti naudoti šiame išradime, pageidautina turi nukleorūgšties seką, kuri leidžia vektoriumi replikuotis vienoje arba keliose pasirinktose ląstelėse šeimininkėse. Yra gerai žinomos tokios įvairių bakterijų sekos.

Raiškos vektoriai, skirti naudoti šiame išradime, pageidautina turi atrankos geną arba atrankai skirtą žymenį. Šis genas koduoja baltymą, būtiną transformuotų ląstelių šeimininkų, auginamų selektyvioje auginimo terpėje, išgyvenimui arba augimui. Ląstelės šeimininkės, netransformuotos vektoriumi, bet turinčios atrankos geną, auginimo terpėje neišgyvena. Tipiški atrankos genai koduoja baltymus, kurie (a) suteikia atsparumą antibiotikams arba kitiems toksinams, pvz., ampicilinui, neomicinui, metotreksatui arba tetraciklinui, (b) papildo aukstotrofinius trūkumus arba (c) aprūpina svarbiomis maistinėmis medžiagomis, kurių nėra kompleksinėje terpėje.

Raiškos vektoriai, skirti naudoti šiame išradime, turi indukuojamą promotorių, kurį atpažįsta bakterinis organizmas šeimininkas, ir kuris yra funkcionaliai sujungtas su nukleorūgštimi, koduojančia dominantį polipeptidą, t. y. rekombinantinio baltymo, pvz., neorganinės pirofosfatazės arba T4 lizocimo.

Indukuojami promotoriai, tinkami naudoti su bakterinėmis šeimininkėmis, tokiomis kaip *E. coli*, apima β -laktamazės ir laktozės promotorių sistemas (Chang et al., *Nature*, 275: 615 (1978); Goeddel et al., *Nature*, 281: 544 (1979)), arabinozės promotorių sistemą, įskaitant araBAD promotorių (Guzman et al., *J. Bacteriol.*, 174: 7716-7728 (1992); Guzman et al., *J. Bacteriol.*, 177: 4121-4130 (1995); Siegele and Hu, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 94: 8168-8172 (1997)), ramnozės promotorių (Haldimann et al., *J. Bacteriol.*, 180: 1277-1286 (1998)), šarminės fosfatazės promotorių, triptofano (*trp*) promotoriaus sistemą (Goeddel, *Nucleic Acids Res.*, 8: 4057 (1980) ir EP 36,776), PLtetO-1 ir Plac/ara-1 promotorius (Lutz and Bujard, *Nucleic Acids Res.*, 25: 1203-1210 (1997)) ir hibridinius promotorius, tokius kaip tac promotorius (deBoer et al., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 80: 21-25 (1983)).

Čia vartojamas terminas „indukuojamas promotorius“ reiškia promotorių, kuris, prisijungęs prie transkripcijos faktoriaus, nukreipia transkripciją padidintu arba sumažintu greičiu.

Čia vartojamas terminas „transkripcijos faktorius“ reiškia bet kokius faktorius, kurie gali prisijungti prie promotoriaus reguliavimo arba kontrolės srities ir taip paveikti transkripciją. Transkripcijos faktoriaus sintezė arba promotorių surišimo gebėjimas ląstelėje šeimininkėje gali būti kontroliuojamas veikiant šeimininkę „induktoriumi“ arba pašalinant „represorių“ iš ląstelės šeimininkės terpės. Atitinkamai, norint reguliuoti indukuojamo

promotoriaus raišką, į ląstelės šeimininkės auginimo terpę pridedamas induktorius arba iš jos pašalinamas represorius.

Čia vartojama frazė „sukelti ekspresiją“ arba „indukuoti raišką“ reiškia padidinti transkripciją nuo specifinių genų, veikiant ląsteles, kuriose yra tokių genų, efektoriumi arba induktoriumi.

Čia vartojamas terminas „induktorius“ yra cheminis arba fizinis agentas, kuris, patekęs į ląsteles, padidina transkripciją nuo specifinių genų kiekį. Tai gali būti mažos molekulės, kurių poveikis būdingas tam tikriems operonams arba genų grupėms ir gali apimti cukrų, alkoholį, metalų jonus, hormonus, šilumą, šaltį ir panašiai. Pavyzdžiui, izopropiltio- β -galaktozidas (IPTG) ir laktozė yra lac UV5 promotoriaus induktoriai, o L-arabinozė yra tinkamas arabinozės (araB) promotoriaus induktorius.

Čia vartojamas terminas „indukuojamas promotorius“ yra promotorius, kuris, prisijungęs prie transkripcijos faktoriaus, nukreipia transkripciją padidintu arba sumažintu greičiu.

Čia vartojamas terminas „kontroliuojamas (-a)“ reiškia nukleorūgščių seką, funkcionaliai susietą su kita nukleorūgščių seka. Pavyzdžiui, promotorius arba stipriklis yra funkcionaliai susietas su koduojančia seka, jei tai veikia sekos transkripciją. Tam reikia, kad prijungtos DNR sekos būtų viena greta viena kitos ir, jei sekreciniai peptidai yra nuskaitymo rėmelyje.

Atitinkamai *E. coli* yra transformuojama naudojant pBR322, plazmidę, gautą iš *E. coli* rūšių. Žiūr. pvz., Bolivar et al., Gene, 2: 95 (1977). Plazmidėje pBR322 yra genų, suteikiančių atsparumą ampicilinui ir tetraciklinui tam, kad būtų galima identifikuoti transformuotas ląsteles. Plazmidė pBR322 arba kita mikrobinė plazmidė, arba fagas taip pat įprastai turi arba yra modifikuotas taip, kad jame būtų promotorių, kuriuos bakterinis organizmas gali naudoti atrenkamų žymenų genų raiškai. Išradimo ekspresijos sistema apima nukleorūgštį, koduojančią rekombinantinį baltymą, funkcionaliai prijungtą prie pirmojo indukuojamo promotoriaus.

Šio išradimo raiškos sistema taip pat apima nukleorūgštį, koduojančią T4 lizocimo baltymą rėmelyje su nukleorūgštimi, koduojančia PelB sekretinį signalinį peptidą, funkcionaliai susietą su antruoju indukuojamu promotoriumi.

Čia vartojamas terminas „sekrecinis signalinis peptidas“ arba „signalinis peptidas“ reiškia peptidą, kuris gali būti naudojamas rekombinantiniam polipeptidui išskirti į bakterijos šeimininkės periplazmą. Heterologinio polipeptido signalas gali būti endogeninis bakterijoms arba jis gali būti egzogeninis, įskaitant signalus, būdingus polipeptidui, kurį gamina bakterijos šeimininkės. Paprastai signalinė seka gali būti vektoriaus komponentas arba polipeptidinės DNR, įterptos į vektorių, dalis. Pageidautina, kad vektorius turėtų nukleorūgštį, koduojančią signalinę seką T4 lizocimo baltymo N gale. Pageidautina, kad sekrecinis signalinis peptidas būtų pektato liazė B (PelB). Viena įgyvendinimo variante PelB seka gali būti iš *Erwinia spp.* Atitinkamai, čia atskleista gpe su pelb signaline seka, kuri apima seką SEQ ID Nr. 2. Sekretijos signalinė seka gali būti tiesiogiai susieta su nukleotidų seka, koduojančia rekombinantinį polipeptidą, pvz. neorganinę fosfatazę. Kaip alternatyva, tarp sekretinio signalinio peptido ir nukleotidų sekos, koduojančios rekombinantinį polipeptidą, pvz. neorganinę fosfatazę, gali būti tarpiklis. Tarpiklis gali apimti daugiau arba mažiau nei 9 nukleotidus, antai kaip, pavyzdžiui, nuo 5 iki 20 nukleotidų.

Konstruojant vektorius, turinčius vieną arba daugiau aukščiau aprašytų komponentų, naudojami gerai žinomi ligavimo metodai. DNR fragmentai suskaidomi ir vėl surišami tokia forma, kuri reikalinga tinkamiems vektoriams sukurti.

Patvirtinimą, kad sukonstruotose plazmidėse ir vektoriuose yra teisingos sekos, galima gauti transformuojant *E. coli* K12 kamieną 294 (ATCC 31,446) arba kitus tinkamus kamienus ir atrenkant transformantus pagal atsparumą ampicilinui arba tetraciklinui.

Viena įgyvendinimo variante vektorius ekspresuoja neorganinę fosfatazę, kontroliuojant IPTG indukuojamam pT7 promotoriui arba IPTG indukuojamam lacUV5 promotoriui. Pageidautina, kad vektorius būtų pET21b vektorius. Viena įgyvendinimo variante vektorius yra pBR322 vektorius. Viena įgyvendinimo variante vektorius yra pET21b-ppa-Kn, kaip aprašyta čia.

Viename įgyvendinimo variante vektorius ekspresuoja T4 fago lizocimą, turintį N galę PelB signalinę seką, kontroliuojamą araB promotoriaus. Pavyzdžiui, T4 bakteriofago lizocimo genas gpe su pelB signaliniu peptidu gali būti klonuojamas į pAra vektorių (Thermo Fisher) su araB promotoriumi (plazmidė pAra-pelB-gpe). Plazmidė pAra-pelB-gpe turi replikacijos pradžią, kilusią iš pACYC, ir atsparumo chloramfenikoliui geną, kuris leidžia panaudoti *E. coli* raiškos sistemas, kuriose yra ColE1 tipo plazmidės. Todėl viename variante vektorius yra pAra-pelB-gpe. Viename įgyvendinimo variante vektorius yra pAra vektorius. Viename įgyvendinimo variante vektorius yra pBR322 vektorius. Viename įgyvendinimo variante vektorius yra pET29 vektorius. Viename įgyvendinimo variante vektorius yra pLysS lacI-PcsP-pelB-gpe, kur lacI-PcsP yra šalčiu indukuojamas promotorius csp kartu su IPTG indukuojamu operonu lacI. Viename įgyvendinimo variante vektorius yra pACYC184-lacI-Pcsp-PelB-gpe.

Ląstelė šeimininkė

Išradimo metode panaudojama ląstelė šeimininkė, t. y. *E. coli*, transformuota arba transfekuota aukščiau aprašytomis raiškos sistemomis.

Čia vartojamas terminas „transformuotas“ arba „transformacija“ reiškia DNR įvedimą į organizmą taip, kad DNR būtų replikuojama arba kaip ekstrachromosominis elementas, arba kaip chromosominė integracija. Priklausomai nuo naudojamos ląstelės šeimininkės, transformacija yra atliekama naudojant standartinius tokioms ląstelėms tinkamus metodus.

Rekombinantinės ląstelės, skirtos naudoti šio išradimo metoduose, gali būti pagamintos panaudojant rekombinantines DNR technologijas, kurios yra žinomos tos srities specialistui (žiūr. pvz., Kotewicz, M. L., et al., Nucl. Acids Res. 16:265 (1988); Soltis, D. A., and Skalka, A. M., Proc. Natl. Acad. Sci. USA 85:3372-3376 (1988)). Tokios rekombinantinės ląstelės gali būti auginamos taikant standartinius mikrobiologinius metodus, panaudojant auginimo terpę ir inkubavimo sąlygas, tinkamas tam tikrų rūšių aktyvioms kultūroms auginti, kurios yra gerai žinomos tos srities specialistui (žiūr. pvz., Brock, T. D., and Freeze, H., J. Bacteriol. 98(1):289-297 (1969); Oshima, T., and Imahori, K., Int. J. Syst. Bacteriol. 24(1):102-112 (1974)).

Transformacija reiškia DNR įvedimą į organizmą taip, kad DNR būtų replikuojama kaip ekstrachromosominis elementas, arba kaip chromosominė integracija. Priklausomai nuo naudojamos ląstelės šeimininkės, transformacija atliekama naudojant standartinius tokioms ląstelėms tinkamus metodus. Apdorojimas kalciu naudojant kalcio chloridą, kaip aprašyta Sambrook et al., *Molecular Cloning: A Laboratory Manual* (New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1989), įprastai naudojamas bakterijų ląstelėms, kuriose yra esminių ląstelių sienelių barjerų. Kitame transformacijos būde panaudojamas polietileno glikolis/DMSO, kaip aprašyta Chung and Miller, *Nucleic Acids Res.*, 16: 3580 (1988). Dar vienas metodas yra technologijos, vadinamos elektroporacija, panaudojimas.

Čia vartojamos sąvokos „ląstelė“, „ląstelių linija“ ir „ląstelių kultūra“ yra vartojamos pakaitomis, ir visos šios sąvokos apima palikuonis. Taigi, žodžiai „transformantai“ ir „transformuotos ląstelės“ apima pirminę ląstelę ir iš jų gautas kultūras, neatsižvelgiant į pasažų skaičių.

Čia vartojama „*Escherichia coli*“ arba „*E. coli*“ reiškia gramneigiamą, fakultatyvinę anaerobinę lazdelės formos koliforminę *Escherichia* genties bakteriją. *E. coli* kaip šeimininkės kamienai, skirti rekombinantinių DNR produktų fermentacijai, yra gerai žinomi šioje srityje ir apima *E. coli* B (pvz., BL21(DE3) arba jos darinius, *E. coli* W3110 (ATCC 27,325), *E. coli* 294 (ATCC 31,446) ir *E. coli* X1776 (ATCC 31,537). Šio išradimo metoduose *E. coli* B yra tinkamiausias šeimininkas.

Pagal išradimo būdą *E. coli* gali būti transformuota vienu arba dviem raiškos vektoriais, turinčiais nukleorūgštį, koduojančią rekombinantinį baltymą, ir nukleorūgštį, koduojančią T4 lizocimo baltymą. Vienaime įgyvendinimo variante bakterinės ląstelės transformuojamos dviem vektoriais, atitinkamai turinčiais nukleorūgštį, koduojančią rekombinantinį baltymą, ir nukleorūgštį, koduojančią T4 lizocimo baltymą. Alternatyviame įgyvendinimo variante nukleorūgštis, koduojanti rekombinantinį baltymą (pvz., IPP), ir nukleorūgštis, koduojanti T4 lizocimo baltymą, yra viename vektoriuje, kuriuo transformuojamos bakterinės ląstelės.

E. coli ląstelės yra transformuojamos aukščiau aprašytu (-ais) šio išradimo raiškos vektoriumi (-iais) ir kultivuojamos įprastose mitybinėse terpėse, modifikuotose taip, kaip būtų tinkamos įvairiems promotoriams indukuoti, jei indukcija vykdoma.

Viename įgyvendinimo variante ląstelė šeimininkė yra *E. coli*, pageidautina *E. coli* B kamienas, transformuotas vektoriumi, ekspresuojančiu neorganinę fosfatazę, kontroliuojant IPTG indukuojamam PT7 arba IPTG indukuojamam lacUV5 promotoriui. Vektorius gali būti bet koks tinkamas vektorius, pvz., pET21b arba pBR322 vektorius.

Viename įgyvendinimo variante ląstelė šeimininkė yra *E. coli*, pageidautina *E. coli* B kamienas, toks kaip BL21(DE3), transformuotas vektoriumi, ekspresuojančiu T4 fago lizocimą, turintį N galo PelB signalinę seką, kontroliuojamą araB promotoriaus. Vektorius gali būti bet koks tinkamas vektorius toks kaip pAra vektorius arba pBR322 vektorius.

Viename įgyvendinimo variante ląstelė šeimininkė yra *E. coli*, pageidautina *E. coli* B kamienas, transformuotas vektoriumi, ekspresuojančiu neorganinę fosfatazę, kontroliuojant IPTG indukuojamam promotoriui, tokiam kaip PT7 arba lacUV5 promotoriui, ir T4 fago lizocimą, turintį N-galinę PelB signalinę seką, kontroliuojant araB promotoriui. Vektorius gali būti bet koks čia aprašytas tinkamas vektorius, pavyzdžiui toks kaip pBR322 vektorius.

Ląstelių kultūra

Aukščiau aprašytos transformuotos ląstelės šeimininkės yra fermentuojamos taip, kad ekspresuotų nukleorūgštį, koduojančią baltymą (pvz., neorganinę fosfatazę) ir nukleorūgštį, koduojančią T4 lizocimą.

Čia vartojami terminai „fermentavimas“ ir „kultivavimas“ vartojami pakaitomis, norint nurodyti dideliais kiekiais auginamas ląsteles auginimo terpėje. Tai apima eksponentinę fazę, kuriai būdingas ląstelių padvigubėjimas, todėl masinis augimas ir stacionari fazė, kur ląstelių augimo greitis ir žūties greitis yra vienodi, dažnai dėl augimą ribojančio veiksnio, tokio kaip pagrindinės maistinės medžiagos išsekimo ir (arba) slopinamojo produkto, tokio kaip organinės rūgšties, susidarymo.

Išradimo procese kiekvieno iš rekombinantinio baltymo ir T4 lizocimo raiška yra kontroliuojama susijusių promotorių indukcijos dėka. Kiekvieno baltymo (pvz., neorganinės pirofosfatazės) ir T4 lizocimo promotorių indukcija gali būti atliekama nuosekliai arba vienu metu.

Nukleorūgšties, koduojančios rekombinantinį baltymą ir T4 lizocimą, raiškoss indukcija yra vykdoma, pageidautina, į kultūrą pridedant induktorių. Paprastai induktorius pridedamas po to, kai ląstelės yra kultivuojamos, kol pasiekiamas tam tikras optinis tankis, pvz., OD600 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5, 3,0, 3,5, 4,0, 4,5, 5,0 arba didesnis. Viename įgyvendinimo variante T4 lizocimo induktorius yra pridedamas kartu su rekombinantinio baltymo induktoriumi. Viename įgyvendinimo variante T4 lizocimo induktorius yra pridedamas nuosekliai po rekombinantinio baltymo (pvz., IPP) indukcijos.

Viename įgyvendinimo variante kiekvieno rekombinantinio baltymo ir T4 lizocimo promotorių indukcija vyksta vienu metu. Šiame įgyvendinimo variante T4 lizocimo ir polimerazę koduojančios nukleorūgšties promotoriai gali būti identiški. Nors promotoriai gali būti bet kokie šiam tikslui tinkami promotoriai, pageidautina, kad rekombinantinio baltymo ir polimerazės promotoriai būtų IPTG indukuojami promotoriai, pavyzdžiui, T7 promotoriai.

Viename įgyvendinimo variante kiekvieno rekombinantinio baltymo ir T4 lizocimo promotorių indukcija yra nuosekli, o T4 lizocimo promotoriaus indukcija prasideda maždaug po 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 arba daugiau valandų po rekombinantinio baltymo promotoriaus indukcijos. Šiame įgyvendinimo variante T4 lizocimą koduojančios nukleorūgšties ir polimerazę koduojančios nukleorūgšties promotoriai turi būti skirtingi tam, kad nukleorūgšties koduojamo rekombinantinio baltymo raiška būtų indukuota prieš nukleorūgšties koduojamo T-4 lizocimo raišką arba daug aukštesniu lygiu, kai promotoriai yra indukuojami. Nors promotoriai gali būti bet kokie šiam tikslui tinkami promotoriai, pageidautina, kad rekombinantinio baltymo ir polimerazės promotoriai būtų atitinkamai arabinozės promotorius ir IPTG indukuojamas promotorius.

Kai T4 lizocimo induktorius pridedamas nuosekliai, tai induktorius įprastai pridedamas po to, kai susikaupia norimas kiekis rekombinantinio baltymo (pavyzdžiui, kai nustatoma pagal optinį tankį, pasiekiantį tikslinį kiekį, kuris buvo pastebėtas praeityje, ir kuris koreliuoja su norimu polipeptido kaupimusi). Įprastai T4 lizocimo indukcija vyksta po inokuliacijos, praėjus maždaug 75-90 %, pageidautina maždaug 80-90 % viso fermentacijos proceso laiko. Pavyzdžiui, T4 lizocimo promotoriaus indukcija gali įvykti praėjus maždaug 30 valandų, pageidautina 32 valandoms, iki maždaug 36 valandų po inokuliacijos fermentacijos procese, truncančiame 40 valandų. Pavyzdžiui, T4 lizocimo promotoriaus indukcija gali įvykti praėjus

maždaug 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 arba daugiau valandų po rekombinantinio baltymo (pvz., neorganinės pirofosfatazės) raiškos indukcijos.

T4 lizocimo indukcija ląstelę padaro pralaidžia taip, kad susiformuotų sferoplastas, išskiriantis rekombinantinį baltymą (pvz., neorganinę fosfatazę). Čia vartojamas terminas „padaro pralaidžia“ reiškia angų padarymą ląstelės sienelėje jos visiškai nepašalinant. „Sferoplastas“ – tai ląstelė, kurioje gramneigiamos bakterijos ląstelės sienelė iš dalies prarandama, ir ji tampa sferine. Sferoplastizacija gali būti atliekama gramneigiamas bakterijas apdorojant lizocimu, penicilinu arba pan. Kadangi sferoplastizuotų gramneigiamų bakterijų ląstelių membrana iš dalies prarandama, informaciją apie tikslinio baltymo ir polipeptido sąveiką (elektrofiziologinius pokyčius) galima analizuoti elektrofiziologiniu metodu. Be to, to paties polipeptido didelė koncentracija yra vienos ląstelės sferoplaste, o tai yra palanki sąlyga išmatuoti polipeptido aktyvumą tiksliniame baltyme. Paprastai sferoplastai, kurie išlaiko iš esmės visas sferoplaste esančias nukleorūgštis, tuo pačiu leidžiant viduląsteliniais baltymams (įskaitant rekombinantinį baltymą) judėti per sferoplasto membraną.

Paprastai kultivavimo etapas vyksta esant dideliame ląstelių tankiui, tai yra, kai ląstelių tankis yra nuo 15 iki 150 g sausos masės/litre, pageidautina mažiausiai apie 40, labiau pageidautina apie 40-150, labiausiai pageidautina nuo maždaug 40 iki 100. Be to kultivuoti galima naudojant bet kokius, net labai didelius 100 000 litrų tūrius. Pageidautina, kad tūris būtų apie 100 litrų arba didesnis, pageidautina bent apie 500 litrų, o labiausiai pageidautina nuo maždaug 500 litrų iki 100 000 litrų.

E. coli ląstelės, naudojamos šiame išradime aprašytam dominančiam polipeptidui gaminti, yra kultivuojamos tinkamoje terpėje, kurioje promotoriai gali būti indukuojami, kaip įprastai aprašyta, pvz., Sambrook ir kt.

Sąvokos "terpė", "ląstelių auginimo terpė" ir "fermentacijos terpė" čia vartojamos pakaitomis ir reiškia tirpalą, kuriame yra maistinių medžiagų, reikalingų bakterijoms, t. y. *E. coli*, augti. Paprastai ląstelių auginimo terpėje yra būtinų ir nepakeičiamų aminorūgščių, vitaminų, energijos šaltinių, lipidų ir mikroelementų, kurių ląstelei reikia minimaliam augimui ir (arba) išgyvenimui. Pageidautina, kad terpė būtų chemiškai apibrėžta tuo, kad visi jos komponentai ir jų koncentracija būtų žinomi. Jei ląstelės kultivuojamos periodinio tiekimo

režimu, kaip aprašyta toliau, terminas „kultūros terpė“ reiškia ir bazinę, ir maitinimo terpę, jei nenurodyta kitaip. Terpės pH vertė gali būti bet koks pH nuo 5 iki 9, daugiausia priklausomai nuo šeimininko organizmo.

Norint kaupti rekombinantinį geno produktą, t. y. rekombinantinį baltymą, tokį kaip neorganinė pirofosfatazė, ląstelė šeimininkė yra kultivuojama tokiomis sąlygomis, kurių pakanka geno produktui kaupti. Tokios sąlygos apima, pvz., temperatūrą, maistines medžiagas ir ląstelių tankio sąlygas, kurios leidžia ląstelėje ekspresuoti ir kaupti baltymus. Be to, tokios sąlygos yra tokios, kurioms esant ląstelė gali atlikti pagrindines ląstelines funkcijas – transkripciją, transliaciją ir baltymų perėjimą iš vieno ląstelės skyriaus į kitą, skirtą išskiriamiems baltymams, kaip tai žinoma šios srities specialistams.

Galimos skirtingos ląstelių kultūros strategijos, įskaitant kultūrą, auginamą uždaroje talpose, perfuzinę kultūrą, nuolatinę kultūrą ir periodinio tiekimo kultūrą.

Viename šio išradimo metodų įgyvendinimo variante temperatūra pakeičiama kultivavimo proceso metu iš pirmosios temperatūros į antrąją, t. y. temperatūra yra aktyviai mažinama. Pageidautina, kad antroji temperatūra būtų žemesnė nei pirmoji. Pirmoji temperatūra gali būti $37\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Antroji temperatūra gali būti intervale nuo $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ iki $36\text{ }^{\circ}\text{C}$, pageidautina, kad ji būtų intervale nuo $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ iki $36\text{ }^{\circ}\text{C}$, labiau pageidautina, kad ji būtų nuo $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ iki $32\text{ }^{\circ}\text{C}$, labiausiai pageidautina, kad ji būtų nuo $29\text{ }^{\circ}\text{C}$ iki $31\text{ }^{\circ}\text{C}$. Antroji temperatūra gali būti $29\text{ }^{\circ}\text{C}$, $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ arba $31\text{ }^{\circ}\text{C}$. Viename įgyvendinimo variante pirmoji temperatūra yra $37\text{ }^{\circ}\text{C}$, o antroji temperatūra yra $30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Genų raiška gali būti matuojama mėginyje tiesiogiai, pavyzdžiui, naudojant įprastą *Northern blot* metodą, siekiant kiekybiškai įvertinti mRNR transkripciją (Thomas, Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 77: 5201-5205 (1980)).

Kai kuriuose įgyvendinimo variantuose bakterijos kultivuojamos bioreaktoriuje. Kaip aprašyta čia, buvo įrodyta, kad išradimo metodai yra ypač tinkami didelio masto gamybai, pvz., bioreaktoriuje arba talpose, kurių tūris didesnis nei 1 l. Kai kuriuose įgyvendinimo variantuose bioreaktorių yra mažiausiai apie 1 l tūrio, mažiausiai apie 5 l tūrio, mažiausiai apie 10 l tūrio, mažiausiai apie 15 l tūrio, mažiausiai apie 20 l tūrio, mažiausiai apie 30 l tūrio, mažiausiai apie 40 l tūrio, mažiausiai apie 50 l tūrio, mažiausiai apie 100 l tūrio, mažiausiai

apie 200 l tūrio, mažiausiai apie 250 l tūrio, mažiausiai apie 500 l tūrio, mažiausiai apie 750 l tūrio, mažiausiai apie 1000 l tūrio, mažiausiai apie 1500 l tūrio, mažiausiai apie 2000 l tūrio, mažiausiai apie 2500 l tūrio, mažiausiai apie 3000 l tūrio, mažiausiai apie 3500 l tūrio, mažiausiai apie 4000 l tūrio, mažiausiai apie 5000 l tūrio, mažiausiai apie 7500 l tūrio, mažiausiai apie 10 000 l tūrio, mažiausiai 15 000 l tūrio, mažiausiai 20 000 l tūrio, mažiausiai 30 000 l tūrio, mažiausiai 50 000 l tūrio, mažiausiai apie 100 000 l tūrio, mažiausiai apie 150 000 l tūrio, mažiausiai apie 200 000 l tūrio, mažiausiai apie 250 000 l tūrio, mažiausiai apie 300 000 l tūrio, mažiausiai apie 350 000 l tūrio, mažiausiai apie 400 000 l tūrio, mažiausiai apie 450 000 l tūrio arba mažiausiai apie 500 000 l tūrio.

Kadangi rekombinantinis polipeptidas (pvz., neorganinė pirofosfatazė) yra sėkmingai išskiriamas į ląstelių kultūros supernatantą auginimo proceso metu, rekombinantinis polipeptidas gali būti išskirtas auginimo proceso pabaigoje, atskiriant ląstelių kultūros supernatantą, apimantį rekombinantinį baltymą. Šis metodas sėkmingai pašalina poreikį lizuoti transformuotas ląsteles tam, kad būtų galima išskirti rekombinantinį baltymą. Taip sumažinamas ląstelių nuolaužų kiekis ir nukleorūgščių bei jų molekulių išsiskyrimas, galintis turėti įtakos rekombinantinio baltyminio produkto kokybei.

Čia vartojami terminai „ląstelių lizė“, „lizė“ arba „lizavimas“ reiškia DNR išsiskyrimą iš ląstelės dėl visiško ląstelės membranos pažeidimo. Jei ląstelė netenka DNR, ji gali būti vertinama kaip nebegyvybinga, t. y. mirusi. Priešingai, „membranos pralaidumas“ ir „pralaidumas“ reiškia ląstelės membranos vientisumo sutrikimą, kuris atsiranda dėl rekombinantinio produkto nutekėjimo į ląstelių kultūros supernatantą be visiškos ląstelės membranos lizės. Išradimo būdas leidžia išskirti rekombinantinį baltymą visiškai nesuardant ląstelių. Tiksliau, išradimo būdas numato rekombinantinio baltymo išskyrimą, kuris turi būti atliktas be mechaninio ląstelės ardymo; nepriedant egzogeninio fermento, kuris ardo ląstelės sienelę; be ląstelės transformacijos raiškos vektoriais, turinčiais nukleorūgštį, koduojančią egzogeninį fermentą, kuris ardo citoplazminę membraną, pvz. T4 holino baltymą. Atitinkamai, įgyvendinimo variantuose išradimo būdas neapima nė vieno iš šių veiksmų: (i) mechaninio ląstelių ardymo; (ii) egzogeninio fermento, kuris ardo ląstelės sienelę, pridėjimo; ir (iii) ląstelės transformavimo raiškos vektoriais, turinčiais nukleorūgštį, koduojančią egzogeninį fermentą, kuris ardo citoplazminę membraną, pvz. T4 holino baltymą.

Yra žinomi metodai, skirti stebėti ir rekombinantinio produkto išsiskyrimą, ir ląstelių lizę. Abiem bendras metodas yra žymenų molekulių aptikimas, pvz., užląstelinio produkto, parodančio išsiskyrimą arba DNR lizę. Išsiskyrimo matavimo metodai apima fotometriją (Dietzsch, J. Biotechnol., 163, pp. 362-370 (2013); Wurm, Eng. Life Sci., 17 pp. 215-222 (2017)) ir didelio efektyvumo skysčių chromatografiją (Amand, Biotechnol. Prog., 30, pp. 249-255 (2014); Kaiser Eng. Life Sci., 8 pp. 132-138 (2008);). Lizės matavimo metodai apima kolorimetrinius tyrimus rankiniu būdu valdomais fotometrais (*at-line*) arba suporuotus su skysčių valdymo sistemomis (*at/on-line*) (Rajamanickam, Anal. Bioanal. Chem., 409, pp. 667-671 (2017)) ir infraraudonųjų spindulių/ramano spektroskopiją (Abu- Absi, Pharm. Bioprocess., 2, pp. 267-284 (2014); Buckley, Appl. Spectrosc., 71, pp. 1085-1116 (2017); Claßen, Anal. Bioanal. Chem., 409 pp. 651-666 (2017); Sales, Biotechnol. Prog., 33, pp. 285-298 (2017)). Autolizė gali būti netiesiogiai nustatoma pagal DNR koncentraciją išgrynintose surinktose ląstelėse arba pagal talpą.

Išskirti rekombinantiniai baltymai yra jautrūs ląstelių kultūros nestabilumui, pavyzdžiui, agreguoja ir suformuoja netinkamą erdvinę struktūrą po sekrecijos / ląstelių lizės. Tam tikrų įgyvendinimo variantų atveju į ląstelių kultūrą pridedama stabilizuojančio agento. Stabilizatorius gali būti pridedamas prieš fermentaciją, jos metu arba po jos. Tinkamų stabilizatorių pavyzdžiai yra kalio chloridas, DTT, natrio chloridas, trehalozė, sacharozė, glicinas, betainas, manitolis, kalio citratas, CuCl_2 , prolinas, ksilitolis, NDSB 201, CTAB, K_2PO_4 Na_2SO_4 ir Brij 35. Tam tikruose įgyvendinimo variantuose stabilizuojantis priedas gali apimti aminorūgštis, tokias kaip argininas.

Tam tikruose įgyvendinimo variantuose gali būti naudojamas nukleorūgšties inaktyvavimo agentas (pvz., benzonazė) tam, kad būtų pašalinta laisvą nukleorūgštis (DNR ir (arba) RNR) iš ląstelių kultūros. Nukleorūgšties inaktyvavimo agentas gali būti pridėtas prieš fermentaciją, jos metu arba po jos. Pageidautina, kad prieš nuskaidrinant ląstelių kultūrą nukleorūgščių inaktyvavimo agentas nebūtų centrifuguojamas. Taigi, bet kuris išradimo būdas gali apimti (i) nukleorūgšties (pvz., DNR) inaktyvavimo agento (tokio kaip benzonazės) pridėjimą į ląstelių kultūrą, nesant tolesnio centrifugavimo etapo.

Nuskaidrinimas

Pagal šio išradimo metodus autolizuotos ir (arba) pralaidžios ląstelės yra atskiriamos nuo auginimo terpės prieš produkto išskyrimą ir produkto išgryninimą iš užląstelinės terpės nuskaidrinant.

Čia vartojami terminai „nuskaidrinti“, „nuskaidrinimas“, „skaidrinimo pakopa“ reiškia procesą, apimančią vieną arba daugiau pakopų, naudojamą kietoms priemonėms pašalinti iš ląstelių kultūros tam, kad būtų gautas skystas neapdorotas filtratas, kuriame yra rekombinantinis baltymas.

Nuskaidrinimo pakopos efektyvumas yra labai svarbus siekiant palengvinti tolesnius apdorojimo etapus, kai reikia išvalyti dominančią biomolekulę. Parametrai, galintys turėti įtakos nuskaidrinimo pakopai, apima bendrą ląstelių koncentraciją, ląstelių gyvybingumą, pradinį nuskaidrinimui skirtos ląstelės kultūros drumstumą, kultivuojamų ląstelių gaminamos biomolekulės koncentraciją ir ląstelių liekanų dydį. Čia vartojamas terminas "bendra ląstelių koncentracija" (TCC) reiškia ląstelių skaičių tam tikrame kultūros tūryje. Čia vartojamas terminas "gyvybingų ląstelių koncentracija" (VCC) reiškia gyvų ląstelių skaičių tam tikrame kultūros tūryje, nustatytą standartiniais, žinomais, gyvybingumo tyrimais. Čia vartojamas terminas „gyvybingumas“ reiškia gyvų ląstelių procentinį kiekį. Įprastai kuo didesnis TCC, tuo didesnė biomasė, kurią reikia pašalinti iš ląstelių kultūros, ir tuo didesnis poveikis nuskaidrinimui. Čia vartojamas terminas „drumstumas“ reiškia skysčio drumstumą arba miglotumą, kurį sukelia daug atskirų dalelių. Visų pirma, drumstumas rodo medžiagos ir mažų dalelių, galinčių išsklaidyti šviesą, kiekį skystyje. Įprastai ląstelių kultūros drumstumas koreliuoja su esančiomis kultūroje ląstelėmis, ląstelių liekanomis, nukleorūgštimis ir ląstelių šeiminių baltymu (HCP) papildomai prie rekombinantinio polipeptido.

Nuskaidrinimo pakopa sumažina pradinį fermentuotos ląstelių kultūros drumstumą iki mažesnio nuskaidrintos ląstelių kultūros drumstumo tam, kad būtų gauta nuskaidyta ląstelių kultūra su didžiausia dominančios biomolekulės koncentracija ir mažesniu kiekiu kitos ląstelių kultūros medžiagos.

Viename įgyvendinimo variante pradinis fermentuotų ląstelių kultūros drumstumas yra didesnis nei apie 10 000 NTU, apie 20 000 NTU, apie 30 000 NTU. Kai kuriuose įgyvendinimo variantuose pradinis fermentuotų ląstelių kultūros drumstumas yra tarp

maždaug 10 000 NTU ir maždaug 150 000 NTU, tiksliau, apima nuo maždaug 30 000 NTU iki maždaug 100 000 NTU.

Viename įgyvendinimo variante nuskaidrintos ląstelių kultūros drumstumas yra lygus arba mažesnis už maždaug 40, 30, 25 arba 20 NTU. Pageidautina, kad nuskaidrintos ląstelių kultūros drumstumas būtų lygus maždaug 20 NTU arba mažesnis.

Tam, kad nuskaidrinimo metodas būtų efektyvus, taip pat svarbu maksimaliai padidinti našumą. Čia vartojami terminai „našumas“ arba „įkrovos talpa“ arba „talpa“ gali būti vartojami pakaitomis, ir nurodo tūrį, nuskaidrintą skaidrinimo funkcionaliajame vienetė, pavyzdžiui, per filtrą išfiltruotą tūrį, tiksliau, tūrį, normalizuotą pagal filtro plotą (L/m^2).

Išradimo ląstelių kultūros nuskaidrinimas apima pirminį nuskaidrinimo etapą. Čia vartojami terminai „pirminis nuskaidrinimas“ reiškia didelių dalelių, tokių kaip visos ląstelės ir ląstelių nuolaužos, pašalinimą. Įgyvendinimo variantuose po pirminio nuskaidrinimo gali sekti antrinis nuskaidrinimo etapas. Čia vartojamas terminas „antrinis nuskaidrinimas“ įprastai reiškia mažesnių dalelių, pvz., dalelių mažesnių nei visos ląstelės, pašalinimą. Kiekviename iš pirminio ir antrinio nuskaidrinimo etapų kaip nuskaidrinimo funkcionalusis vienetas naudojamas filtras.

Tinkamiausiame įgyvendinimo variante pirminis nuskaidrinimo etapas ir (arba) antrinis nuskaidrinimo etapas yra mikrofiltravimas. Įprastai mikrofiltravimas naudojamas 0,1–10 μm dydžio dalelėms atskirti nuo tirpalo. Dažniausiai jis naudojamas atskirti polimerą, kurio molekulinė masė yra 1×10^5 g/mol. Be to, mikrofiltravimas gali būti naudojamas nuosėdoms, pirmuoniams, didelėms bakterijoms ir kt. pašalinti. Šiame išradime mikrofiltravimas gali būti lengvai naudojamas ištisoms ląstelėms ir ląstelių nuolaužoms pašalinti. Įprastai mikrofiltravimo procesas atliekamas naudojant slėgio siurbį arba vakuuminį siurbį, kurio greitis yra 0,1-5 m/s, pageidautina 1-3 m/s, ir slėgis 50-600 kPa, pageidautina 100-400 kPa.

Tinkamiausiame įgyvendinimo variante pirminis nuskaidrinimo etapas ir (arba) antrinis nuskaidrinimo etapas yra giluminis filtravimas. Čia vartojamas terminas „filtravimas giluminiu būdu“ reiškia technologiją, kuri išnaudoja tam tikro poėtumo filtrus tam, kad būtų sulaikytos terpės dalelės visame filtre, o ne tik ant filtro paviršiaus. Giluminiai filtrai įprastai yra sudaryti iš celiuliozės pluoštų arba sintetinių polimerinių pluoštų, tokių kaip poliakrilas arba

polistirenas. Šie pluoštai sudaro trimatį tinklą su tam tikru porėtumu. Giluminis filtras gali būti tinkamas pirminiam ir (arba) antriniam išskyrimui arba tik pirminiam arba antriniam išskyrimui. Filtrai, tinkami pirminiam ir (arba) antriniam regeneravimui, taip pat žinomi kaip "vienpakopiai filtrai". Vienpakopiai filtrai gali būti naudojami tiek pirminiam, tiek antriniam išskyrimui atlikti, arba jie gali būti naudojami kaip filtrai pirminiam išskyrimui ir kartu su tolesniu antrinio išskyrimo filtro naudojimu. Tam tikruose įgyvendinimo variantuose šis giluminis filtras yra teigiamai įkrautas. Sąveika tarp teigiamai įkrauto filtro ir koloidinių dalelių fermentuotoje ląstelių kultūroje sėkmingai leidžia pašalinti tokias mažas priemaišas, o didesnes daleles sulaiko filtro matricos porėtumas.

Filtras gali būti sudarytas iš įvairių medžiagų, gerai žinomų šioje srityje. Tokios medžiagos gali apimti, bet neapsiribojant, polimerines medžiagas, tokias kaip nailonas, celiuliozės medžiagas (pvz., celiuliozės acetatą), polivinilideno fluoridą (PVDF), polietersulfoną, poliamidą, polisulfoną, polipropileną ir polietileno tereftalatą. Tam tikrų įgyvendinimo variantų atveju filtrai, naudotini ląstelių lizatams nuskaidrinti, gali apimti, bet neapsiribojant, Stax™ giluminių filtrų sistemas (Pall Life Sciences), ULTIPLEAT PROFILE™ filtrus (Pall Corporation, Port Washington, NY), SUPOR™ membraninius filtrus (Pall Corporation, Port Washington, NY). Prekyboje parduodami giluminiai filtrai apima Stax™ giluminių filtrų sistemas (Pall Life Sciences), Millistak+ Pod giluminių filtrų sistemą, XOHC media (Millipore Corporation), Zeta Plus™ giluminį filtrą (3M Purification Inc.) ir kt.

Įgyvendinimo variantuose pirminis nuskaidrinimas atliekamas pirmuoju filtru, kurio porų dydis užtikrina mažiausiai apie 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1,0, 2,0, 3,0, 4,0, 5,0, 6,0 7,0, 8,0, 9,0, 10,0, 11,0, 12,0, 13,0, 14,0, 15,0, 16,0, 17,0, 18,0, 19,0, 20,0 μm (mikrometras) arba didesnes sulaikymo ribas. Kitame įgyvendinimo variante pirmasis filtras turi porų dydį, kuris užtikrina sulaikymo ribas nuo maždaug 0,4 μm iki maždaug 20,0 μm. Kitame įgyvendinimo variante pirmasis filtras turi porų dydį, kuris užtikrina sulaikymo ribas nuo maždaug 0,4 μm iki maždaug 9,0 μm. Kitame įgyvendinimo variante pirmasis filtras turi porų dydį, kuris užtikrina sulaikymo ribas nuo maždaug 0,4 μm iki maždaug 3,0 μm. Kitame įgyvendinimo variante pirmasis filtras turi porų dydį, kuris užtikrina sulaikymo ribas nuo maždaug 0,4 μm iki maždaug 0,8 μm. Kitame įgyvendinimo variante pirmasis filtras turi porų dydį, kuris užtikrina sulaikymo ribas nuo maždaug 1,0 μm iki maždaug 3,0 μm. Kitame įgyvendinimo variante pirmasis filtras turi porų dydį, kuris užtikrina sulaikymo ribas nuo

maždaug 1,0 μm iki maždaug 20,0 μm . Kitame įgyvendinimo variante pirmasis filtras turi porų dydį, kuris užtikrina sulaikymo ribas nuo maždaug 1,0 μm iki maždaug 9,0 μm . Kitame įgyvendinimo variante pirmasis filtras turi porų dydį, kuris užtikrina sulaikymo ribas nuo maždaug 4,0 μm iki maždaug 20,0 μm . Kitame įgyvendinimo variante pirmasis filtras turi porų dydį, kuris užtikrina sulaikymo ribas nuo maždaug 4,0 μm iki maždaug 9,0 μm . Tam tikrame įgyvendinimo variante pirmoji nuskaidrinimo pakopa yra atliekama panaudojant pirmąjį giluminį filtravimą.

Nuskaidrinimo efektyvumą galima pagerinti padidinus filtro pralaidumą. Čia vartojami terminai „pralaidumas“ arba „įkrovos talpa“ arba „talpa“ yra vartojami pakaitomis ir nurodo tūrį, nuskaidrintą funkcionalių nuskaidrinimo vienetų, pavyzdžiui, per filtrą išfiltruotą tūrį, tiksliau, tūrį, normalizuotą pagal filtro plotą (L/m^2).

Viename įgyvendinimo variante pirminio nuskaidrinimo etapo maksimalus pralaidumas yra lygus mažiausiai 50, 60, 70, 80, 90, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700, 750, 800, 850, 900, 950, 1000 L/m^2 .

Įgyvendinimo variantuose antrinis nuskaidrinimas atliekamas antruoju filtru, pvz. giluminis filtras, kurio porų dydis užtikrina mažiausiai 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1,0, 2,0, 3,0, 4,0, 5,0, 6,0, 7,0, 8,0, 9,0, 10,0, 11,0, 12,0, 13,0, 14,0, 15,0, 16,0, 17,0, 18,0, 19,0, 20,0 μm arba didesnes sulaikymo ribas. Kitame įgyvendinimo variante antrasis filtras turi porų dydį, kuris užtikrina sulaikymo ribas nuo maždaug 0,4 μm iki maždaug 3,0 μm . Kitame įgyvendinimo variante antrasis filtras turi porų dydį, kuris užtikrina sulaikymo ribas nuo maždaug 0,4 μm iki maždaug 0,8 μm . Kitame įgyvendinimo variante antrasis filtras turi porų dydį, kuris užtikrina sulaikymo ribas nuo maždaug 1,0 μm iki maždaug 3,0 μm . Tam tikrame įgyvendinimo variante antrasis nuskaidrinimo etapas vykdomas panaudojant antrąjį giluminį filtravimą.

Įgyvendinimo variantuose pirminio nuskaidrinimo ir antrinio nuskaidrinimo etapuose naudojamas tokio paties porų dydžio filtras. Įgyvendinimo variantuose ir pirmasis, ir antrasis filtrai turi porų dydį, kuris užtikrina sulaikymo ribas nuo maždaug 0,4 μm iki maždaug 0,8 μm . tiek pirmasis, tiek antrasis filtrai turi porų dydį, kuris užtikrina sulaikymo ribas nuo maždaug 1,0 μm iki maždaug 3,0 μm .

Viename įgyvendinimo variante antrinio nuskaidrinimo etapo maksimalus pralaidumas yra lygus mažiausiai 50, 60, 70, 80, 90, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700, 750, 800, 850, 900, 950, 1000 L/m².

Viename šio išradimo įgyvendinimo variante prieš pirminį nuskaidrinimą atliekamas ląstelių kultūros išankstinio apdorojimo etapas, siekiant padidinti nuskaidrinimo efektyvumą, tokį kaip flokuliaciją.

Čia vartojamas terminas „flokuliacija“ reiškia netirpių dalelių, tokių kaip ląstelių medžiaga, įskaitant ląsteles, ląstelių liekanas, ląstelės šeiminkės baltymus, DNR ir kitus komponentus, agregaciją, nusodinimą ir (arba) aglomeraciją, kurią sukelia tinkamo flokuliacijos agento pridėjimas į fermentuotą ląstelių kultūrą. Padidinus netirpių komponentų, esančių fermentuotoje ląstelių kultūroje, dalelių dydį, pagerėja atskyrimo efektyvumas, pavyzdžiui, nuskaidrinimas filtruojant. Flokuliaciją galima inicijuoti žinomais metodais, įskaitant ląstelių kultūros pH vertės sumažinimą arba flokuliacinio agento pridėjimą. Neribojami flokuliacijos agento pavyzdžiai: kalcio fosfatas, kaprilo rūgštis, divalenčiai kationai arba teigiamai įkrauti polimerai, tokie kaip poliaminas, polietileniminas (PEI), chitozanas arba polidialildimetilamonio chloridas (pvz., pDADMAC), kurie sukelia dalelių agregaciją dėl sąveikos su neigiamo krūvio ląstelių paviršiumi ir ląstelių liekanomis. Viename įgyvendinimo variante flokuliacijos agentas yra teigiamai įkrautas polimeras, pageidautina polietileniminas (PEI). Įgyvendinimo variantuose flokuliacijos agentas yra PEI ir yra pridedamas į fermentuotą ląstelių kultūrą nuo maždaug 0,10 % (t/t) iki maždaug 0,50 % (t/t). Įgyvendinimo variantuose flokuliacijos agentas yra PEI ir į fermentuotą ląstelių kultūrą pridedama koncentracija yra nuo maždaug 0,15 % (t/t) iki maždaug 0,25 % (t/t). Įgyvendinimo variantuose flokuliacijos agentas pridedamas į fermentuotą ląstelių kultūrą koncentracija lygia maždaug 0,10 % (t/t), 0,15 % (t/t), 0,20 % (t/t), 0,25 % (t/t) arba 0,30 % (t/t). Įgyvendinimo variantuose flokuliacijos agentas yra PEI ir į fermentuotą ląstelių kultūrą pridedama koncentracija yra lygi maždaug 0,15 % (t/t) arba maždaug 0,25 % (t/t).

Viename įgyvendinimo variante flokuliacijos agentas yra tiesiogiai pridedamas į fermentuotą ląstelių kultūros skystį fermentacijos pabaigoje, o flokuluota medžiaga, įskaitant ląsteles, yra pašalinama iš ląstelių kultūros skysčio filtruojant. Viename įgyvendinimo variante flokuliacijos agentas pridedamas prieš surenkant ląsteles.

Tinkamiausiuose įgyvendinimo variantuose fermentacija ir nuskaidrinimas atliekami kaip uždaros sistemos metodas. Čia vartojamas terminas „uždaros sistemos metodas“ reiškia metodą arba procesą, kuris atliekamas uždaroje sterilioje sistemoje kontroliuojamos aplinkos sąlygomis, nekeliant jokios išorinio užteršimo iš operatoriaus arba laboratorijos aplinkos rizikos. Kuriant GGP klasės produktus ypač svarbu naudoti uždara sistemą. Iš esmės pageidaujamuose įgyvendinimo variantuose išradimo metodai yra uždarų sistemų metodai, kurie neapima centrifugavimo, nes centrifugavimas negali būti atliktas uždaroje sistemoje ir reikalauja tarpinio produkto (lizotų ląstelių) perkėlimo į centrifugavimo indus. Nuskaidrinimas po fermentacijos gali būti atliekamas perduodant fermentuotą kultūrą iš bioreaktoriaus srautu uždaroje vamzdelių sistemoje į nuskaidrinimo filtrus, be jokio kontakto su operatoriumi.

Tolesnis išvalyto baltymo apdorojimas

Įgyvendinimo variantuose rekombinantinis baltymas gali būti išskirtas tiesiogiai iš nuskaidrintos auginimo terpės. Po rekombinantinio baltymo išskyrimo gali būti atliekamas gryninimas, siekiant užtikrinti tinkamą rekombinantinio baltymo grynumą. Įvairūs baltymų gryninimo būdai yra gerai žinomi šios srities specialistams.

Tinkami valymo būdai apima, bet tuo neapsiriboja, yra nusodinimas amonio sulfatu arba etanoliu, ekstrakcija rūgštimi, gelio elektroforezė, imunoadsorbcija, anijonų arba katijonų mainų chromatografija, fosfoceliuliozės chromatografija, hidrofobinės sąveikos chromatografija, giminingumo chromatografija, imuninio giminingumo chromatografija, gelfiltracija, skystinė chromatografija (LC), didelio efektyvumo LC (HPLC), aukšto našumo LC (FPLC), hidroksiapatito chromatografija, lektino chromatografija ir imobilizuoto metalo giminingumo chromatografija (IMAC). Labiausiai pageidautina, kad rekombinantiniai baltymai būtų išgryninti skysčių chromatografijos metodų, įskaitant jonų mainų, giminingumo ir gelfiltraciją.

Taigi išradimo metodai pateikia iš esmės grynus rekombinantinius baltymus. Iš esmės grynas, kaip čia vartojama, reiškia preparatą arba mėginį, kuriame iš esmės nėra priemaišų komponentų, baltymų ir kt.

Visame šios specifikacijos aprašyme ir teiginiuose žodžiai „apima“ ir „sudėtyje yra“ bei jų variantai reiškia „įskaitant, bet neapsiribojant“, ir jie nėra skirti (ir neatmeta) kitų dalių, priedų, komponentų arba pakopų. Visame šios specifikacijos aprašyme ir apibrėžtyje vienaskaita apima daugiskaitą, nebent kontekstas reikalauja kitaip. Visų pirma, kai naudojamas neapibrėžtas artikelis, specifikacija turi būti suprantama kaip apimanti daugiskaitą ir vienaskaitą, nebent kontekstas reikalauja kitaip.

Požymiai, sveikieji skaičiai, charakteristikos, junginiai, cheminės dalys arba grupės, aprašytos kartu su konkrečiu išradimo aspektu, įgyvendinimu arba pavyzdžiu, turi būti suprantami kaip taikytini bet kuriam kitam čia aprašytam aspektui, įgyvendinimui arba pavyzdžiui, nebent jie su jais nesuderinami. Visos savybės, atskleistos šioje specifikacijoje (įskaitant bet kokias kartu pateiktas apibrėžtis, santraukas ir brėžinius) ir (arba) visi taip atskleisto metodo arba proceso etapai gali būti derinami bet koku deriniu, išskyrus derinius, kuriuose bent kai kurios iš tokių savybių ir (arba) etapų yra vienas su kitu nesuderinami. Išradimas neapsiriboja bet kokių anksčiau pateiktų įgyvendinimo variantų detalėmis. Išradimas apima bet kurį naują arba bet kokią naują šioje specifikacijoje atskleistų savybių derinį (įskaitant bet kokias kartu esančias apibrėžtis, santraukas ir brėžinius), arba bet kurį naują, arba bet kokią naują bet kurio metodo arba proceso etapų derinį, tokiu būdu atskleistą.

Skaitytojo dėmesys atkreipiamas į visus straipsnius ir dokumentus, kurie yra pateikti kartu su šia specifikacija arba iki jos pateikimo, susijusius su šia paraiška, ir kurie yra atviri visuomenei susipažinti su šia specifikacija, o visų tokių straipsnių ir dokumentų turinys čia įtrauktas kaip nuoroda.

Pavyzdžiai

1 pavyzdys - Medžiagos ir metodai

Neorganinės pirofosfatazės (IPP) geno konstravimas

Tikslinis IPP genas buvo klonuotas į pET21b vektorių po indukuojamo promotoriaus PT7. Naudojant genų inžineriją, pET21b-ppa plazmidės atsparumas ampicilinui (Amp) buvo pakeistas į atsparumą kanamicinui (Km) tam, kad būtų gauta galutinė plazmidė pET21b-ppa-Kn. Plazmidė buvo sekvenuota naudojant sekvenavimą Sangerio metodu, ir buvo patvirtinta,

kad plazmidė yra tinkama tolesniam tyrimui (1A pav.) – GeneBank: X13253.1, 99 % tapatumas, baltymų seka: NCBI atskaitos seka: CAA31629.1, baltymo pavadinimas: ribonukleazės inhibitorius. Ši seka čia atskleista kaip SEQ ID Nr. 1.

T4 bakteriofago lizocimo geno gpe konstravimas

T4 bakteriofago lizocimo genas gpe su pelB signaliniu peptidu buvo klonuotas į pAra vektorių („Thermo Fisher“) po araB promotoriaus (plazmidė pAra-pelB-gpe). Plazmidė pAra-pelB-gpe turi replikacijos pradžią, gautą iš pACYC, ir atsparumo chloramfenikoliui geną, kuris leidžia naudoti *E. coli* raiškos sistemas, kuriose yra ColE1 tipo plazmidės (1B pav.).

Šiame pavyzdyje buvo panaudotas sukonstruotas polipeptidas, vadinamas Gpe, kurio seka kilusi iš *Escherichia coli* T4 bakteriofago lizocimo – NCBI referentinė seka: NP_049736.1, baltymo pavadinimas: glikozido hidrolazės šeimos baltymas [*Escherichia fagus* T4]. PelB signalinė seka: 1 - 22, T4 bakteriofago lizocimas 23 -164. Ši seka čia atskleista kaip SEQ ID Nr. 2.

Raiškos kamieno paruošimas

E. coli kamienas BL21(DE3) (Thermo Fisher Scientific) buvo transformuotas plazmidėmis pET21b-ppa-Kn ir pAra-pelB-gpe (turi T4 bakteriofago lizocimo geną, gpe) ir po to užsėtas ant LB (ne gyvūninės kilmės) AOF agar su kanamicinu (50 g/l) ir chloramfenikoliu (25 g/l). Transformantai su abiem plazmidėmis buvo užsėjami ant LB agar su kanamicinu (50 mg/l) ir chloramfenikoliu (25 mg/l). Transformacija buvo pagrįsta kalcio temperatūrinio šoko metodu. Tyrimo ląstelių bankas (RCB) buvo paruoštas po transformantų 3 valandų auginimo skystoje TB4 AOF terpėje su reikalingais antibiotikais 37 °C temperatūroje ir 220 aps./min. Sterilus 50 % glicerolio tirpalas buvo naudojamas 25 % glicerolio RCB gamybai, kuris buvo išpilstytas į kriogeninius mėgintuvėlius ir laikomas -70 ° C temperatūroje.

Auginimo terpė

E.coli BL21(DE3) [pAra-pelB-gpe]/pET21b-ppa-Kn transformantų dauginimas buvo atliekamas ant kietos LB AOF terpės, kurioje yra augalinis peptonas (10 g/l), mielių ekstraktas (5 g/l), NaCl (10 g/l) ir kietai terpei 15 g/l mikrobiologinis agaras, taip pat reikalingi antibiotikai: 1 ml/l kanamicino (50 mg ml/l) ir 1 ml/l chloramfenikolio (25 mg/l). Preinokuliacija

ir inokulianto paruošimas buvo atliekami glicerolio pagrindu pagamintame be gyvulinės kilmės medžiagų (AOF) S-Me sultinyje (S-Me AOF), kurio sudėtis (litre): mielių ekstraktas 5 g, NH_4Cl 2 g, NaCl 0,5, KH_2PO_4 3 g, K_2HPO_4 6 g, citrinos rūgštis 1,5 g ir augalinis glicerolis 10 g. Dar prieš užsėjant S-Me AOF terpė buvo papildyta 1 ml/l kanamicinu (50 mg ml/l), 1 ml/l chloramfenikoliu (25 mg/l), 2 ml/l MgSO_4 (1 M), 1 ml/l tiaminu-HCl (10 mg/ml), 2 ml/l mikroelementų tirpalu (TES), kurio sudėtis (litre): $\text{CaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ 0,5 g, $\text{ZnSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ 0,18 g, $\text{MnSO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$ 0,1 g, $\text{Na}_2\text{-EDTA}$ 20,1 g, $\text{FeCl}_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$ 16,7 g, $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ 0,16 g, $\text{CoCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$ 0,18 g. Benzo AOF terpė (Benzo AOF), kurios sudėtis (litre): mielių ekstraktas 24 g, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 2,68 g, NH_4Cl 1,5 g, KH_2PO_4 6 g, K_2HPO_4 4 g, augalinis glicerolis 10 g; papildyta 2 ml/l MgSO_4 (1M), 1 ml/l tiaminu-HCl (10 mg/ml), 1 ml/l kanamicinu (50 mg ml/l) ir 1 ml/l chloramfenikoliu (25 mg/l), 2 ml/l mikroelementų tirpalo (TES) buvo naudojami kaip pradinė bioreaktoriaus terpė.

Serijinis auginimas ir rekombinantinių baltymų sintezė purtomose kolbose

Inokuliatas, skirtas serijinei baltymų gamybai purtomose kolbose, buvo paruoštas per naktį kultivuojant pasirinktą kloną 2000 ml purtomose kolbose su 500 ml S-Me terpės, esant 25 °C temperatūrai ir 180 apsisukimų per minutę greičiui. Baltymų gamybai atitinkama užsėjimo kultūra (pradinis OD600 buvo 0,1) buvo perkelta į šviežią Benzo AOF terpę, kurioje yra 10 g/l augalinio glicerolio, iki galutinio 50 ml tūrio 250 ml Erlenmejerio purtymo kolbose. Kultūra buvo kultivuojama 37 °C temperatūroje ir 220 aps./min., kol pasiekė ląstelių tankį OD600 1,5–2,0. Indukcija buvo atlikta naudojant 0,1 mM IPTG. Temperatūra indukcijos taške buvo pakeista į 30 °C, ir kultivavimas buvo tęsiamas 3 valandas 220 aps./min. Rekombinuoto baltymo indukcija buvo atliekama dviem būdais - su ląstelių lizės indukcija ir be jos. Lizės indukcijai į kultūrą buvo įpilta 1250 µl 20 % L-arabinozės tirpalo. Kultūros su lizės indukcija arba be jos buvo auginamos 30 °C temperatūroje, 220 aps/min.

Raiškos ir autolizės sąlygos bioreaktoriuje

Nedidelis *E. coli* BL21(DE3) [pAra-pelB-gpe]/pET21b-ppa-Kn] biomasės kiekis nuo kietos LB AOF terpės lėkštelės arba 1 ml RCB buvo perkeltas į 250 ml purtymo kolbas, kuriose yra 50 ml S-Me AOF terpės su papildais ir antibiotikais. Kolbos buvo inkubuojamos $7,5 \pm 0,5$ valandos 37 °C/180 aps./min. Kultūros optinis tankis (OD600) buvo išmatuotas

auginimo pabaigoje, o užsėjimo tūris į inokulianto kolbą buvo apskaičiuotas pagal formulę: $0,25 / OD_{\text{preinokuliantas}} \cdot 1000 = \mu\text{l}$. Apskaičiuotas preinokulianto tūris buvo perkeltas į 2000 ml purtymo kolbas, kuriose yra 500 ml S-Me AOF terpės su papildais ir antibiotikais. Kolbos buvo inkubuojamos 17 ± 1 valandų 25°C / 180 aps./min. Kultūros optinis tankis (OD_{600}) buvo išmatuotas auginimo pabaigoje. Užsėjimo tūris bioreaktoriams buvo apskaičiuotas pagal formulę: $V_{\text{pradinės bioreaktoriaus terpės}} / 50 = V_{\text{inokulianto}}$ (2 % pradinės bioreaktoriaus terpės tūrio). Serijos fazė buvo atliekama 5 l *Univessel Glass Biostat A* bioreaktoriuose (Sartorius) su 3 litrų tūriu Benzo AOF terpės. Kultūros augimo dinamika buvo kontroliuojama pagal optinio tankio matavimus esant 600 nm bangos ilgiui. Mėginiai iš bioreaktorių buvo imami įvairiais proceso etapais ir analizuojami. Bioreaktoriai buvo užsėjami naktiniu inokuliantu (2 % pradinio bioreaktoriaus terpės tūrio). Pradiniai auginimo parametrai iki tikslinio baltymo indukcijos ir tuo pačiu metu atliekamos lizės indukcijos buvo tokie: ištirpusio deguonies 30 % (DO) buvo palaikoma automatinė kaskada: oro srautas (nuo 1,6 iki 4,8 l/min.); maišymo greitis (nuo 420 iki 800 aps./min.); gryno deguonies srautas (nuo 0 iki 4,8 l/min.). Kultūros pH vertė koreguojama ties $7,0 \pm 0,1$ pridedant NH_4OH (25 %) arba H_3PO_4 (42,5 %). Prieš IPP indukciją (IPP indukcijos taškas: $2,5 \pm 0,5 OD$) buvo palaikoma 37°C auginimo temperatūra. Po indukcijos 0,1 mM IPTG temperatūra visuose procesuose buvo sumažinta nuo 37 iki 30°C . Praėjus 0,5 val. po IPTG indukcijos DO profilis pradėdamas nuo 30 % iki 3 % per 1 val. Praėjus 2-4 valandoms po IPTG indukcijos, mažiausias maišytuvo greitis buvo pakeistas į 200 aps./min. Rekombinantinių baltymų sintezė buvo vykdoma dviem būdais – su ląstelių lizės indukcija ir be jos. Ląstelių lizei arabinozė buvo naudojama lizocimo ekspresijai sukelti ląstelėse. Indukcinės fazės trukmė: 22 ± 2 val. Sustabdžius indukcinės fazės dujų tiekimą ir pH kontrolę, buvo pradėti ląstelių surinkimo / skaidrinimo etapai.

Fermentavimo kultūros nuskaidrinimas

Kultūros nuskaidrinimas buvo atliekamas panaudojant P250 ir P050 giluminio filtravimo kapsules. Kultūros supernatantas buvo perkeltas iš bioreaktoriaus tiesiai ant P250, subalansuoto buferiu IPP-A1 (20 mM Tris-Cl pH=8, 1 mM EDTA, 35 mM AmS). Visi 100 l kultūros buvo filtruojami per 2 m² kapsulę esant <0,5 baro slėgiui. Filtrato OD_{600} sumažėjo nuo 27 iki 14. Tada filtratas buvo perkeltas į P050 kapsulę. Iš viso apie 50 l kultūros buvo filtruojama per 2 m² kapsulę iki užsikimšimo (pasiekė 2 barus). Vėliau filtratas filtruojamas

per 0,22 μm filtrą. Galutinis filtratas sukonzentruojamas per 0,11 m^2 Pall membraną (10 kDa) su buferiu nuo 10 l iki 1 l, pakeičiant 8x į IPP-A1.

Išsamiau, nuskaidrinimo pakopos apima (7 pav.):

Pradinė medžiaga: 250 l lizuotų ląstelių kultūros, po 16-18 val. tikslinio baltymo raiškos maišomuose rezervuaro reaktoriuose. Galutinis ląstelių/ ląstelių nuolaužų OD ~15-30 OD. Analizė parodė, kad sukeltos ląstelių lizės rezultatas buvo 75–80 % ląstelių lizės efektyvumo, skaičiuojant pagal bendrą ląstelių kiekį.

Visų operacijų metu maišomame bioreaktoriaus (Hyperforma TM 300L, Thermofisher Scientific) rezervuare visi automatiniai valdikliai fermentacijos inde kontroliuoja: oro/ O_2 srautas, pH buvo „išjungtame režime“. Maišymas buvo palaikomas 375 aps./min., o temperatūra nustatyta iki 23 $^{\circ}\text{C}$.

Nuskaidrinimas: filtro paruošimas. Reikalingas kiekis STAX filtro kapsulių K050P (Pall, ID 7007836) buvo plaunamas/ nulygsvarinamas 2 filtrų tūrio buferiu: 20 mM Tris-Cl pH=8, 1 mM EDTA, 35 mM AmSO_4 , neviršijant 0,2 BAR priešslėgio.

Pirminis nuskaidrinimas: lizuota kultūra buvo nuskaidrinta filtruojant per giluminio filtravimo kapsules P250 (Pall, ID SXLP250402SP). Sulaikymas 4-9 μM (1 l fermentacijos terpės filtruoti reikia apie 0,02 m^2 filtro ploto). Filtrato OD600 sumažėjo nuo 27 iki 14. Slėgis iki 0,5 BAR.

Antrinis nuskaidrinimas: filtratas buvo užneštas ant P050 STAX kapsulių (Pall, ID 7007786) (sulaikymas 0,4-0,8 μM) (1 l terpės nufiltruoti reikia apie 0,05 m^2 filtro ploto), ir vėliau filtruojama per 0,22 μm filtro kapsulę (Pall, ID NP6UEAVP1S), neviršijant 2,0 BAR priešslėgio. Filtravimo alternatyvos: 1-3 μM (P100) (Pall, ID 7007836).

2 pavyzdys – rezultatai ir diskusija

E. coli nėra tobulas šeimininkas, ypač uždaro vienkartinei fermentacijai, nes jis įprastai neišskiria baltymų į užląstelinę terpę. Ląstelių ardymo žingsnis tampa ribojimu ir nėra ekonomiškai efektyvus eksperimentiniu arba pramoniniu mastu, kai tikslas yra uždaro ir (arba) tęstinio proceso srauto įgyvendinimas. Šis išradimas pateikia ląstelių ardymo metodą,

kuris yra užprogramuota ląstelių lizės sistema, pagrįsta klonuoto T4 bakteriofago geno gpe raiška tam, kad būtų gaminamas lizavimo baltymas. Genas gpe koduoja lizocimą, kuris skaido *E. coli* ląstelės sienelės peptidoglikaną.

Buvo sukurta save ardanti *Escherichia coli*, kuri gamina svetimą tikslinį baltymą. *E. coli* BL21(DE3) buvo kotransformuota kartu su dviem vektorinėmis plazmidėmis - tikslinio geno raiškos vektoriumi pET21b-ppa-Kn ir lizavimo geno raiškos vektoriumi pAra-pelB-gpe. Lizavimo baltymas buvo pagamintas po tikslinio geno raiškos, pridėdant arabinozės iki galutinės koncentracijos 0,05 %, todėl ląstelių ardymo procesas buvo supaprastintas. Šiame pavyzdyje klonuoto T4 fago geno gpe raiška buvo panaudota *E. coli*, kurios gamina IPP kaip tikslinį baltymą, suardymui. Genas gpe raiška nesukėlė greito ląstelių ardymo, bet susilpnino ląstelės sienelę. Lizavimo baltymo Gpe perkėlimas iš citoplazmos į periplazmą palengvino mureino sluoksnio, atsakingo už ląstelių struktūros tvirtumo palaikymą, fermentinį skaidymą. Mikroskopinis stebėjimas atskleidė, kad ląstelės, gaminančios Gpe periplazminėje erdvėje po 4 valandų, patyrė morfologinius pokyčius – nuo lazdelės formos iki elipsės formos sferoplastų (2 pav.).

IPP indukcijai tirti BL21(DE3) [pAra-pelB-gpe]/[pET21b-ppa-Kn] su lizavimu buvo atlikti eksperimentai kolbose ir bioreaktoriuose bei paimti terpės mėginiai po 20-24 valandų indukcijos. Terpės mėginių SDS PAGE analizė parodė, kad neorganinė pirofosfatazė buvo atpalaiduota į auginimo terpę tiek kolboje, tiek bioreaktoriuje (3 pav., atitinkamai 10 ir 8 mėginiai). *E. coli* ląstelių nuolaužos buvo pastebėtos auginimo terpėje, o tai rodo, kad ląstelės buvo lizuotos. Didžiausia neorganinės pirofosfatazės gamyba purtymo kolboje buvo gauta po vienos naktinės ekspresijos, kai lizocimo indukcija su arabinoze buvo atlikta praėjus 3 valandoms po tikslinio geno indukcijos. Baltymų juosta SDS-PAGE gelyje (3 pav., 10 mėginys) aiškiai parodė, kad auginimo terpėje yra neorganinės pirofosfatazės baltymo (~ 32 kDa) (pažymėta rodykle). Pastebėta, kad panašus IPP kiekis po baltymų sintezės indukcijos kolboje buvo aptiktas biomasėje (5 pavyzdys).

IPP raiškos procesas buvo atliktas Biostat A maišomuose bioreaktoriuose, kurių pradinis auginimo tūris buvo 3 l, ir po fermentacijos parametrų optimizavimo tikslinio baltymo išėiga kultūros supernatante buvo padidinta, lyginant su eksperimentais kolboje (3 pav., 8 pavyzdys).

Kaip parodyta 5 paveiksle, prieš IPP indukciją (indukcijos taškas: $2,5 \pm 0,5$ OD) buvo palaikoma 37 °C auginimo temperatūra.

Po indukcijos 0,1 mM IPTG temperatūra visuose procesuose buvo sumažinta nuo 37 iki 30 °C per 0,5 valandų laikotarpį. DO profilis buvo nustatytas iki 3 %. Lizocimo indukcija buvo pradėta pridėdant 0,5 g/l arabinozės. Praėjus 2 valandoms po IPTG indukcijos, mažiausias maišytuvo greitis buvo pakeistas į 200 aps./min. Po indukcijos fazės (20 val.) išmatuota kultūra pasiekė 17 OD. Biosintezės parametrai, kurie buvo naudojami tobulinant metodą, buvo padidinti nuo 51 Univessel Glass Biostat A bioreaktoriaus iki 300 l talpos vienkartinio bioreaktoriaus tam, kad būtų užtikrintas optimizuoto proceso perkėlimas į gamybos įrenginius. Didelio masto fermentacija (6 pav.) buvo atlikta 300 l SUF bioreaktoriuje, naudojant Benzo-AOF1 terpę, esant 100 l pradiniam tūriui.

Baltymų raiška sukelta 0,1 mM IPTG, kai $OD_{600} = 2,4$ o. v. Baltymai terpėje matomi po 23,5 h fermentacijos. Baltymų išeiga ir baltymų priemaišų profilis yra panašūs, lyginant su mažo masto (3 l) fermentacija MTEP įrenginiuose (laboratorinis sąsiuvinis D. Kavaliauskas 2019/01). Optimizavus fermentacijos procesą, IPP baltymo išeiga buvo 1,1 g/l. Nuskaidrinimo pakopa buvo atliekama taip, kaip aprašyta ankstesnėje dalyje. Kadangi membranos užsikimšimas nebuvo pastebėtas, ir buvo gautas skaidrus filtruotas supernatantas, šios sąlygos buvo palaikomos gamybinio masto nuskaidrinimui. Pateiktos nuskaidrinimo sąlygos užtikrino veiksmingą ląstelių nuolaužų pašalinimą. Po optimizuoto nuskaidrinimo proceso terpės buvo paruoštos tolesniam naudojimui, ir joje buvo tik tirpūs baltymai.

PPI baltymo raiška su bazine Gpe raiška be tikslinės lizės indukcijos

Baltymų sintezės indukcijos eksperimentai kolbose ir bioreaktoriuose buvo atlikti be tikslinės lizės indukcijos, panaudojant T4 lizocimo raiškos ypatybę, apimančią bazinį prasiskverbimą. Iš pradžių IPP baltymo lygis buvo nustatytas terpėje auginant kultūrą su tikslinio baltymo - IPP sintezės indukcija, bet be tikslinės lizavimo sistemos indukcijos. Terpės mėginiai, skirti tirti tikslinio baltymo kiekį, iš kolbų ir bioreaktoriaus, buvo paimami praėjus 3 ir 20 valandų po indukcijos ir analizuojami SDS-PAGE (4 pav.). IPP baltymas buvo aptiktas abiejuose (kolbos ir bioreaktoriaus) terpės mėginiuose net ir be lizės indukcijos. Didžiausias tikslinio baltymo kiekis terpės mėginiuose iš bioreaktoriaus buvo po 20 valandų

(4 pav., 7 mėginys, parodyta rodykle). Baltymas į terpę galėjo išsiskirti galbūt dėl bazinio lizocimo ekspresijos lygio nuo pAra-pelB-gpe plazmidės, esančios raiškos kamieno.

Giluminiu filtravimu pagrįstas ląstelių liekanų nuskaidrinimas be apdorojimo nukleaze ir nepridedant jokių agentų buvo sėkmingai parodytas naudojant neįprastai dideles 4–9 μm filtrų poras, kurios yra neįprastai didelės ląstelių nuolaužoms. *E. coli* ląstelės dydis yra: 1,0–2,0 mikrometrų ilgio, o spindulys apie 0,5 mikrometro. Pirminiai *E. coli* nuskaidrinimo būdai yra tangentinio srauto filtravimas, kai porų dydis yra mažesnis nei 0,2 mikrometro, arba centrifugavimas, kuris yra labiausiai paplitęs būdas pašalinti ląstelių nuolaužas, didelius arba mažus flokuliantus.

3 pavyzdys – Išvados

Naujai sukurta raiškos sistema apima genetinius elementus, skirtus tiksliniams baltymams gaminti ir kartu lizavimo fermentams gaminti kontroliuojamu būdu ląstelės periplazminėje erdvėje norimu augimo periodu, jei reikia. Eksperimentiniai duomenys parodė, kad koekspresuotas fago lizavimo fermentas nevisiškai suardo ląsteles, o formuoja protoplastų darinius, panašius į ląsteles. Tai leido manyti, kad lizocimo perkėlimas iš citoplazmos į periplazmą palengvino mureino sluoksnio, kuris yra atsakingas už ląstelių struktūros tvirtumą palaikymą, fermentinį skaidymą. Protoplastai atpalaiduoja / sekretuoja tikslinius baltymus į auginimo terpę be sekrecijos lyderinių peptidų pagalbos, gaminant purtomose kolbose ir mikrobiologiniame bioreaktoriuje. Protoplastai išlieka gyvybingi mažiausiai 4 valandas po lizavimo fermentų indukcijos, t. y. jie *de novo* gamina ir išskiria dominantį baltymą, todėl laikui bėgant tikslinio baltymo kiekiai auginimo terpėje didėja. IPP raiška Biostat A ir 300 l vienkartinuose bioreaktoriuose buvo atlikta naudojant *E. coli* BL21(DE3) [pAra-pelB-gpe]/pET21b-ppa-Kn ląsteles. Tikslinis IPP baltymas taip pat buvo aptiktas terpėje abiem atvejais – su ląstelių lizės indukcija, o taip pat bazinės T4 lizocimo raiškos su tiksline jo sinteze atveju. Taigi IPP gamybos atveju gali būti naudojami abu fermentacijos tipai (su ląstelių lizės indukcija ir be jos), kuris gali būti taikomas kitiems rekombinantiniams baltymams, pakeičiant IPP.

Buvo parodyta, kad ląstelių ardymo priemonėmis, nulemtomis klonuoto T4 fago lizės geno raiška, buvo išgaunami viduląsteliniai tiksliniai baltymai, kurie gali būti naudojami, ir kitiems rekombinantiniams baltymams, pakeičiant IPP.

Vienos talpos procesas rekombinantinių baltymų gamybos fermentacijos inde su ląstelių autolize leido pašalinti mažiausiai 5 atskirai atliekamus tolesnio apdorojimo etapus: ląstelių surinkimą, mechaninę ir (arba) fermentinę ląstelių lizę, ląstelių nuolaužų atskyrimą, nukleino nusodinimą, po kurio sekė atskyrimas naudojant filtravimą arba centrifugavimą.

Sekos

Neorganinės pirofosfatazės 1 – 287 baltymų seka: (GeneBank: X13253.1, 99 % tapatumas, baltymų seka: NCBI referentinė seka: CAA31629.1)

```
mtytttrqigakntleykvyiekdgkpvsafhdipliyadkennifnmvveiprwtnakleitkeetl
npiiqdtkkkgklrfvrncfphhgyihnygafpqtwedpvnshpetkavgdndpidvleigetiayt
gqvkvkalgimalldegetdwkviaidindplapklnidiedvekyfpgllratnewfriykipdg
kpenqfafsgeaknkkyaldiikethdswkqliagkssdskgidltnvtltpdtptyskaasdaipp
aslkadapidksidkwfffigsv
```

(SEQ ID Nr. 1)

Gpe baltymo seka su PelB signaline seka (NCBI referentinė seka: NP 049736.1, baltymo pavadinimas: glikozido hidrolazės šeimos baltymas [Escherichia fagas T4]. PelB signalinė seka: 1 - 22, T4 bakteriofago lizocimas 23 - 164):

```
Mkylptaaaglllllaaqparnarnniferlnriderlrlkiykdtegyytigighlltkspslnaaks
eldkaigrncngvitkdeaeklfngqdvdaavrgilrnaklkpvydsldavrrcalinrnvfqrngetg
vagftnslrrnlqqkrwdeaavnlaksiwynqtpnrakrvittftrgtwdayknl
```

(SEQ ID Nr. 2)

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Nuskaidrintos ląstelių kultūros, apimančios rekombinantinį baltymą, gamybos būdas, kur būdas apima:

i) bioreaktoriaus inokuliavimą ląstele šeimininke tam, kad būtų pateikta ląstelių kultūra, kur minėta ląstelė šeimininkė yra *Escherichia coli*, transformuota raiškos sistema, apimančia:

a) nukleorūgštį, koduojančią rekombinantinį baltymą, funkcionaliai susietą su pirmuoju indukuojamu promotoriumi, kur baltymas yra neorganinė pirofosfatazė (IPP); ir

b) nukleorūgštį, koduojančią T4 lizocimo baltymą rėmelyje su nukleorūgštimi, koduojančia PelB sekrecinį signalinį peptidą, funkcionaliai susietą su antruoju indukuojamu promotoriumi,

ii) fermentavimą ląstelių kultūros, esant tokioms sąlygoms, kurios:

a) suteikia galimybę ekspresuoti rekombinantinį polipeptidą; ir

b) suteikia galimybę ląstelę padaryti pralaidžią tam, kad susiformuotų sferoplastas, išskiriantis rekombinantinį polipeptidą,

iii) nuskaidrinimą fermentuotos ląstelių kultūros, apimančios išskiriamą rekombinantinį baltymą, kur minėtas nuskaidrinimas apima pirminį nuskaidrinimo etapą, panaudojant pirmąjį nuskaidrinimo filtrą, kurio porų dydis užtikrina mažiausiai apie 0,4 μm arba didesnes sulaikymo ribas, kur nuskaidrinimo pakopa neapima centrifugavimo.

2. Būdas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad būdas papildomai apima antrinę nuskaidrinimo pakopą, panaudojant antrąjį filtrą, kurio porų dydis užtikrina mažiausiai apie 0,4 μm sulaikymo ribas.

3. Būdas pagal 1 arba 2 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad pirminiame nuskaidrinimo etape naudojamas pirmasis filtras, kurio porų dydis užtikrina sulaikymo ribas mažiausiai nuo apie 0,4 iki apie 9,0 μm .

4. Būdas pagal 2 arba 3 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad antrojoje nuskaidrinimo pakopoje naudojamas antrasis filtras, kurio porų dydis užtikrina sulaikymo ribas mažiausiai nuo apie 0,4 iki apie 0,8 μm .

5. Būdas pagal bet kurį iš 1-4 punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad pirminė nuskaidrinimo pakopa ir (arba) antrinė nuskaidrinimo pakopa yra mikrofiltravimas.

6. Būdas pagal 5 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad mikrofiltravimas yra giluminis mikrofiltravimas.

7. Būdas pagal 5 arba 6 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad mikrofiltravimas yra pasirinktas iš normalaus srauto filtravimo (NFF) arba tangentinio srauto filtravimo (TFF).

8. Būdas pagal bet kurį iš ankstesnių punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad nuskaidrintos ląstelių kultūros drumstumas yra mažesnis nei maždaug 20 NTU.

9. Būdas pagal bet kurį iš ankstesnių punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad minėta fermentacijos pakopa apima stabilizuojančio agento įdėjimą į ląstelių kultūrą.

10. Būdas pagal bet kurį iš ankstesnių punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad būdas yra vykdomas uždaroje sistemoje taip, kad tarp bioreaktoriaus ir pirmojo bei antrojo nuskaidrinimo filtrų būtų palaikomas sterilus srautas.

11. Būdas pagal bet kurį iš ankstesnių punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad papildomai apima pakopą, kurioje minėtai nuskaidrintai ląstelių kultūrai taikoma viena arba daugiau minėto rekombinantinio baltymo gryninimo pakopų.

12. Baltymų gamybos būdas, apimantis:

i. rekombinantinės *Escherichia coli* ląstelės kultivavimą esant sąlygoms, kurios:

a) suteikia galimybę ekspresuoti baltymą; ir

b) suteikia galimybę ląstelę padaryti pralaidžią tam, kad susiformuotų sferoplastas, kuris išskiria baltymą; ir

ii. baltymo išskyrimą iš kultūros be visiško rekombinantinės ląstelės lizavimo, kur ląstelė apima raiškos sistemą, apimančią:

a) nukleorūgštį, koduojančią baltymą, funkcionaliai susietą su pirmuoju indukuojamu promotoriumi, kur baltymas yra neorganinė pirofosfatazė (IPP); ir

b) nukleorūgštį, koduojančią T4 lizocimą rėmelyje su nukleorūgštimi, koduojančia PelB sekretinį signalinį peptidą, funkcionaliai susietą su antruoju indukuojamu promotoriumi.

13. Būdas pagal bet kurį iš 1-12 punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad būdas neapima: (i) mechaninio ląstelių ardymo; (ii) egzogeninio fermento, kuris ardo ląstelės sienelę, pridėjimo; ir (iii) ląstelės transformavimo raiškos vektoriais, turinčiais nukleorūgštį, koduojančią egzogeninį fermentą, kuris ardo citoplazminę membraną.

14. Būdas pagal bet kurį iš 1-13 punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad nukleorūgštis, koduojanti baltymą, funkcionaliai susietą su pirmuoju indukuojamu promotoriumi, yra pirmajame konstrukte, ir nukleorūgštis, koduojanti T4 lizocimą rėmelyje su nukleorūgštimi, koduojančia PelB. sekretinį signalinį peptidą, yra antrajame konstrukte.

15. Būdas pagal bet kurį iš 1-14 punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad pirmasis indukuojamas promotorius ir antrasis indukuojamas promotorius yra indukuojami nuosekliai.

16. Būdas pagal bet kurį iš 1-14 punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad pirmasis indukuojamas promotorius ir antrasis indukuojamas promotorius yra indukuojami vienu metu.

17. Būdas pagal bet kurį iš ankstesnių punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad pirmasis indukuojamas promotorius yra IPTG indukuojamas promotorius, pasirinktinai kur IPTG indukuojamas promotorius yra PT7.

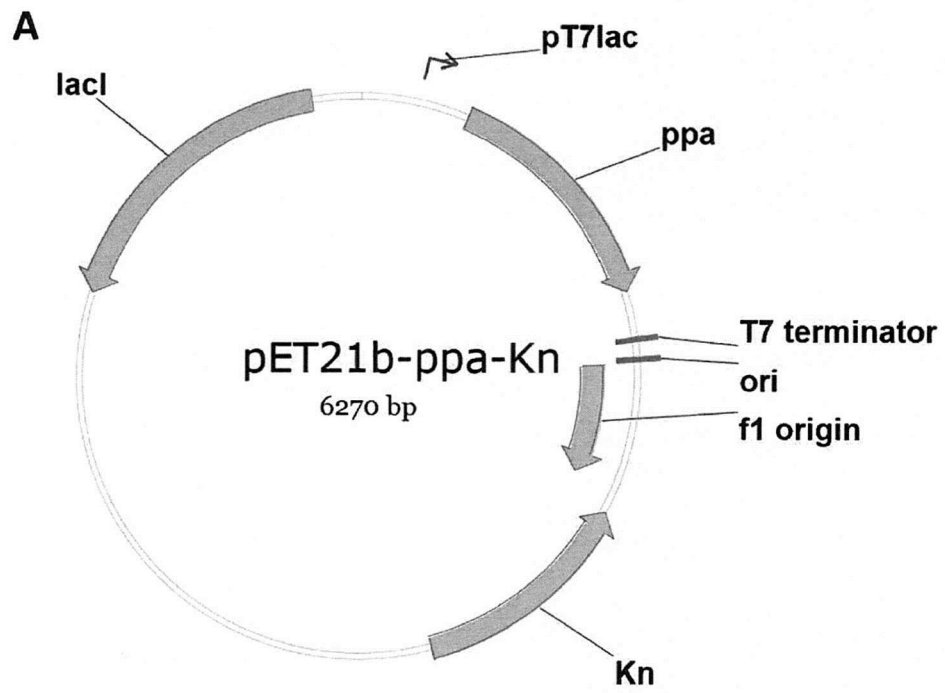
18. Būdas pagal bet kurį iš ankstesnių punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad antrasis indukuojamas promotorius yra arabinozės indukuojamas promotorius, pasirinktinai kur arabinozės indukuojamas promotorius yra araB.

19. Būdas pagal bet kurį iš ankstesnių punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad T4 lizocimo fermentą koduoja genas E.

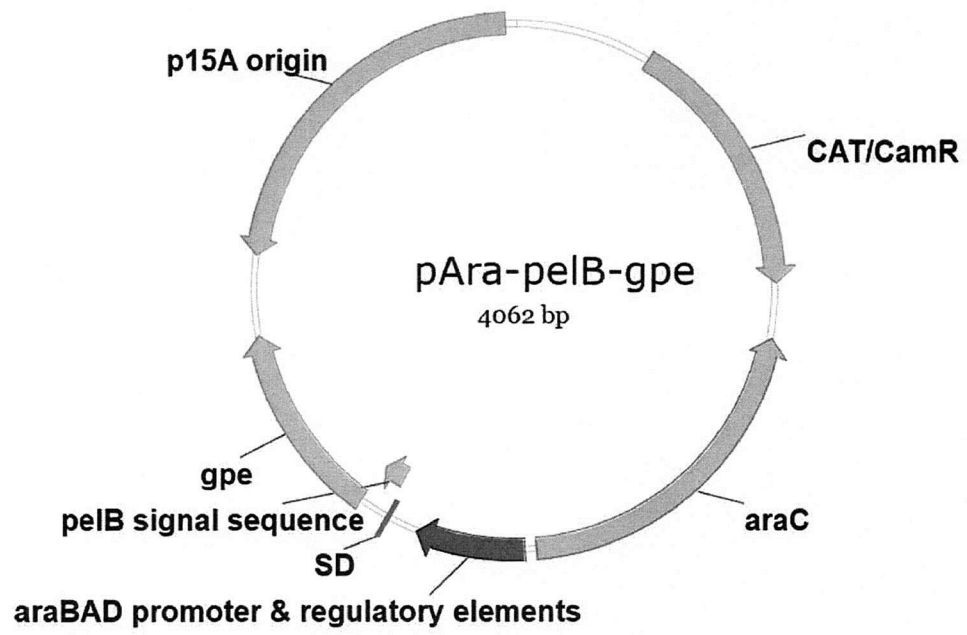
20. Būdas pagal bet kurį iš ankstesnių punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad *E. coli* yra *Escherichia coli* B kamienas.

21. Būdas pagal bet kurį iš ankstesnių punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad fermentavimas arba kultivavimas apima pirmosios temperatūros pakeitimą į antrąją temperatūrą, pasirinktinai kur antroji temperatūra yra intervale nuo 25 °C iki 36 °C, o pirmoji temperatūra yra intervale nuo 36,8 °C iki 37,2 °C.

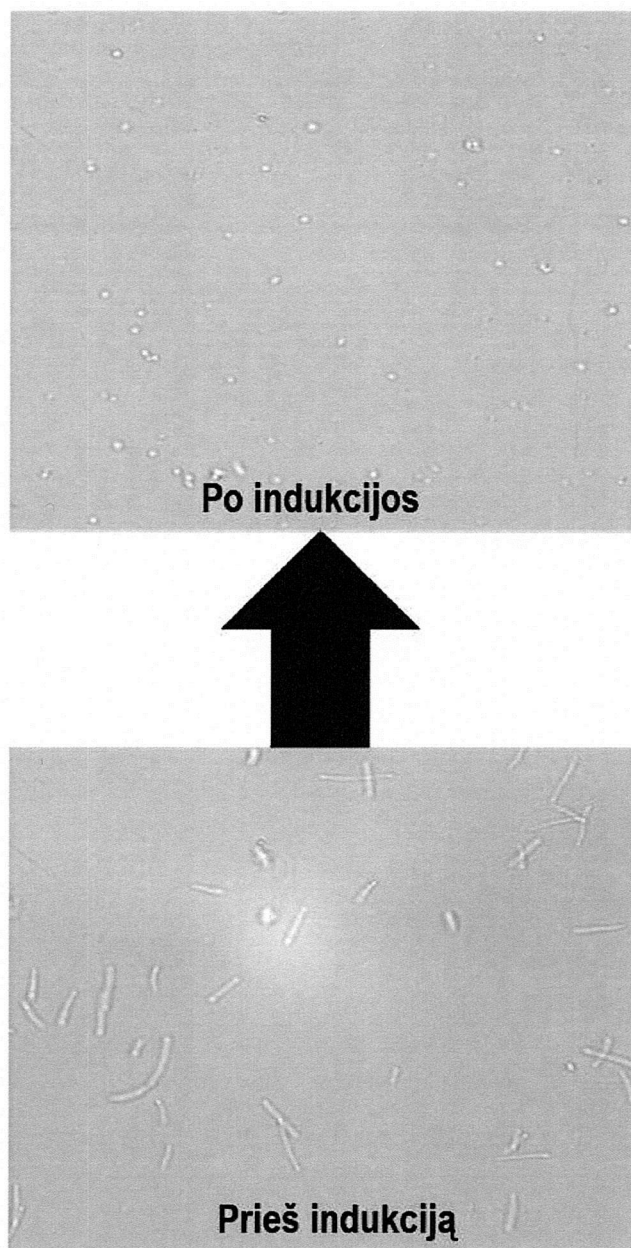
22. Rekombinantinis baltymas, pagamintas būdu pagal bet kurį iš 1-21 punktų.



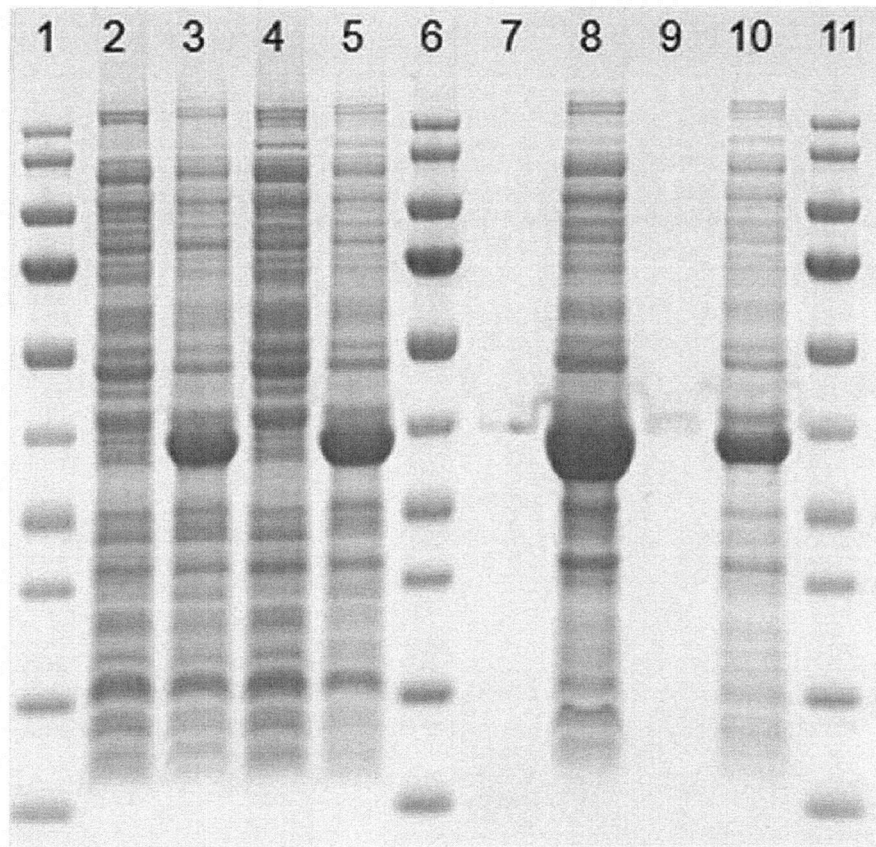
Pav. 1A

B

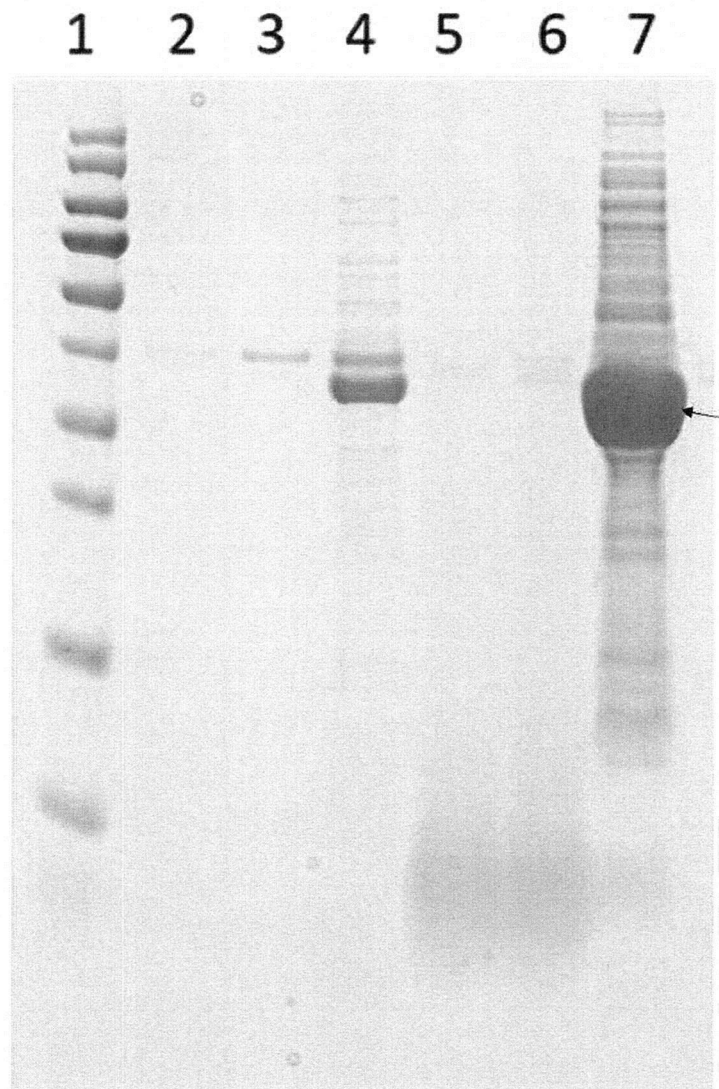
Pav. 1B



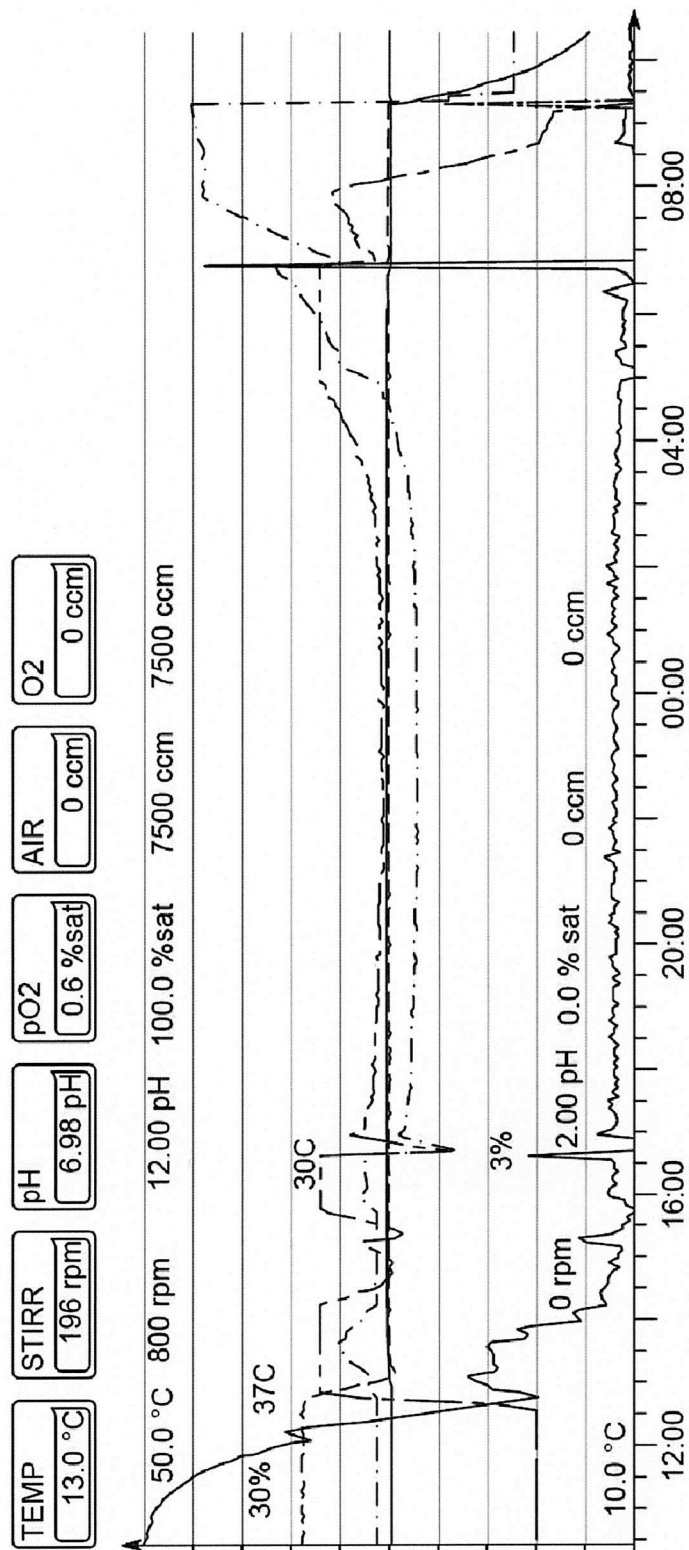
Pav. 2

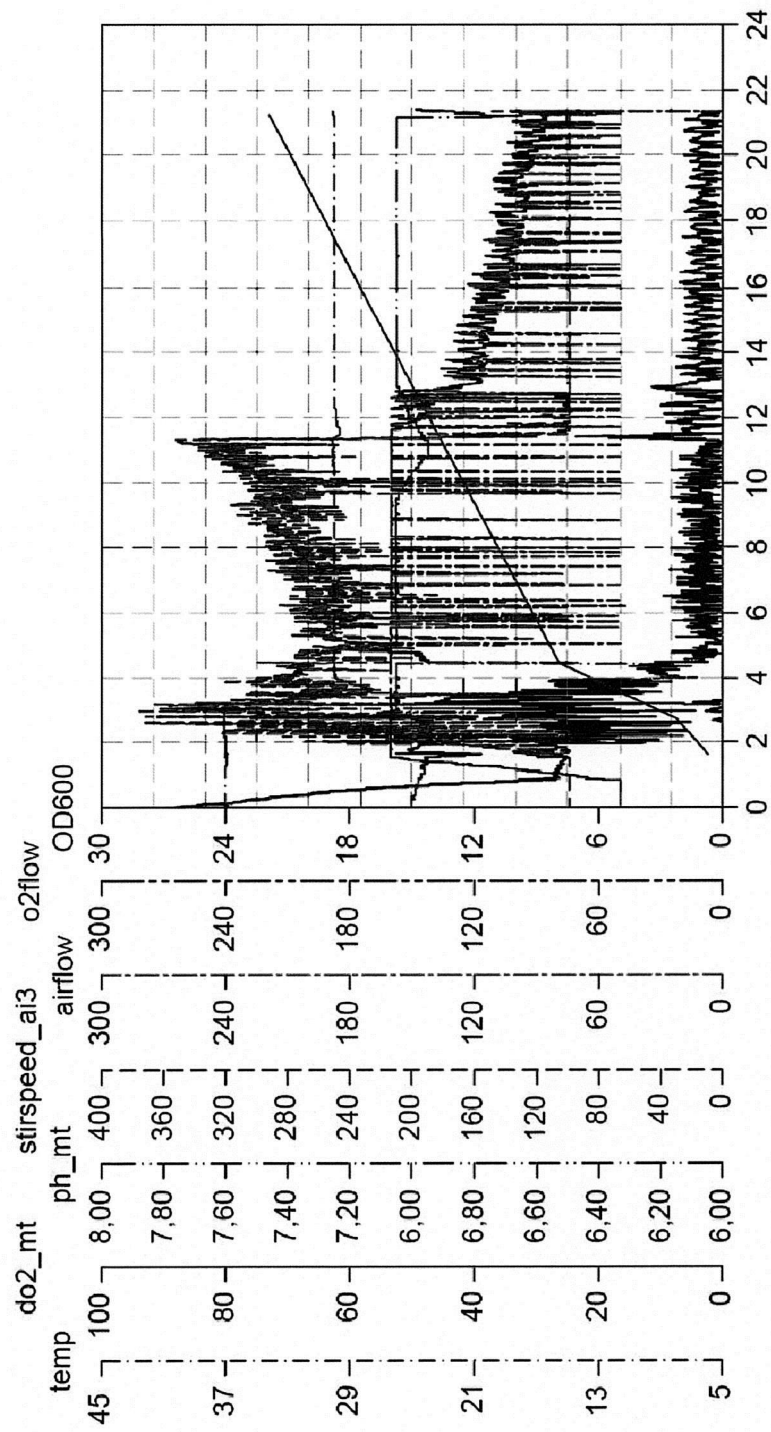


Pav. 3

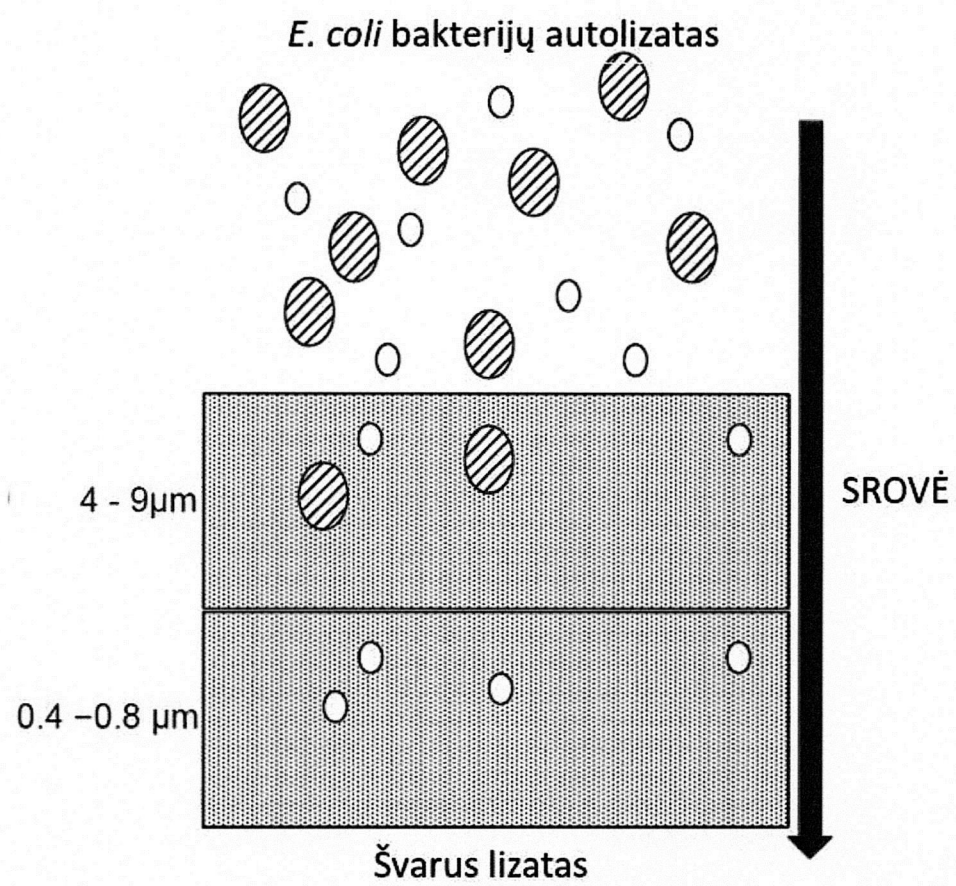


Pav. 4





Pav. 6



Pav. 7