

А.К. Калиева

Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті, Ақтөбе, Қазақстан
(E-mail: aigul_03@mail.ru)

Penicillium cyclosporum 2-11 штамындағы пектинлиаза ферменттерінің биосинтезіндегі фосфордың ролі

Аннотация: Пектинлиаза ферменттерінің түзілуіне культуралардың оларды түзу дәрежесін зерттеуде қоректік ортаның құрамы шешуші әсерін тигізеді және олардың ішінде көміртегінің қоректік көзі елеулі орын алады. *P.cyclosporum 2-11* штамында ПЛ ферменттерінің белсенді синтезі үшін қоректік ортаның құрамына Чапек ортасында көрсетілгендей емес (0,023 г фосфор), фосфордың көбірек мөлшерін қосу қажет. Қоректік ортаға азот көзі ретінде үш рет орын басқан фосфор қышқылды аммоний тұзын пайдалану кезінде, онымен бірге фосфордың қосымша мөлшері (фосфор бойынша 0,164 г) қосылды. Бұл басқалармен салыстырғанда осы азот көзінің артықшылығын айқындады. Сондықтан азоттың қоректену көзі ретінде басқа азот көздерін пайдаланғанда иммобилизацияланған культурада ПЛ ферменттерінің биосинтезін 10-11 есе арттыратын *P.cyclosporum 2-11* штамындағы пектинлиаза ферменттерінің ең жоғары биосинтезі үшін 100 мл ортаға фосфордың 0,368 г мөлшерін қосу қажет екендігін есепке алған жөн.

Түйін сөздер: пектинлиаза ферменттері, культура, штамм, қоректік орта, биосинтез, иммобилизация.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-7034-2019-128-3-42-47>

Кіріспе. Пектинлиаза ферменттерінің түзілуіне азоттың қоректік көзі де айрықша әсерін тигізеді. Пектинлиаза ферменттерінің көп синтезделуін қамтамасыз ететін ең тиімдісі – азоттың бейорганикалық қосындысы және азоттың физиологиялық қышқыл көздері. Бұл ферменттердің түзілуі үшін нитраттың тұздары, сол сияқты азоттың органикалық түрлері өте сирек қажет етіледі. Сонымен, *Bacillus subtilis*-ті өсіру үшін ПГЛ синтезіне азот көзі ретінде бірқатар азоттың органикалық қосылыстары алынды. Ферменттің ең көп мөлшері $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ қосылған ортада анықталды [1]. Ал басқа штамда ПГЛ продуценті *Bacillus* sp. K.R.G. ферментті түзу үдерісі үшін және культураның өсуіне органикалық азот көзінің кешені ретінде пептон мен ашытқылар экстрактісін қажет етеді және қоректік ортадағы бастапқы қышқылдың мәні рН 9,7-ге тең болуы қажет [2].

Clostridium rectinofermentans 15-тегі пектаттрансэлиминазаның синтезін реттеу үшін қоректік ортада азот мөлшері 0,2%-дан төмен болмауы қажет, әрі мұнда органикалық және бейорганикалық азот қосылыстарын араластырып қосқан пайдалы. Қоректік ортаға бейорганикалық азот көзімен қатар әр түрлі амин қышқылдарын – аргинин, гистидин, пролин, аланин, валин, лейцин және аспарагин қышқылдарын қосу трансэлиминаза синтезін жоғарылатты [3]. Азоттың әртүрлі бейорганикалық көздерін пайдалану *Clostridium rectinofermentans 15*-тің культуралдық сұйықтығында әр түрлі ферменттер кешенінің түзілуін қамтамасыз етті, мұнда бір ферменттің синтезі күшейсе, енді біреуінде синтез нашарлады.

Пектинтрансэлиминазаны, сондай-ақ полигалактуроназа мен пектинметилэстеразаның синтезін күшейтетін эмбебап азот көзіне $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ жатады. Ол бір жағынан қоректік ортадағы қосымша фосфор көзі де бола алды. Чапек қоректік ортасына қосылатын фосфордың 0,023 г мөлшері пектин ыдыратушы ферменттерін түзуге жеткіліксіз. Ал 100 мл ортада фосфордың 0,368 г мөлшері *A.awamori* үшін ең қолайлы болып саналды. Оның үстіне бұл тұздың культура клеткасына өту қабілеті қоршаған ортаға ферменттің көп бөлінуіне мүмкіндік жасайды [4, 5].

Әдебиеттердегі мәліметтерді ескере келе, зерттелген микроорганизмдердің пектинлиаза ферменттері кешенінің биосинтезі тек әр түрлі сипатта болып қана қоймайтынын, сонымен қатар әр қилы реттеуіш механизм көмегімен бақыланатынын болжауға болады. Қорыта айтқанда, әртүрлі микроорганизмдер культураларындағы пектинлиаза ферменттерінің

бағытталған биосинтезі ферменттер продуценттерінің қасиетіне тығыз байланысты. Продуценттердің қоректену физиологиясының ерекшелігін біле отырып, қоректену көздерінің сандық және сапалық құрамын және фермент биосинтезінің шамасын реттеуге болады. Ал фермент түзілуінің дерепрессиясына жағдай туғызу зерттелетін ферменттердің түзілу белсенділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Мақсаты:

P.succlorium 2-11 штамындағы пектинлиаза ферменттерінің биосинтезі үшін фосфордың мөлшерін анықтау.

Зерттеу әдістері

Зерттеу нысаны ретінде сұрыптау арқылы алынған пектинлиаза ферменттерінің түзушісі *P.succlorium* 2-11 микромицеті алынды. Себінді материалы ретінде ортаның көлеміне қарай 2 % есебінде 1 мл-де 170000-190000-ға дейін конидийлері бар спора суспензиясы қолданылды. Пектинлиаза ферменттерінің белсенділігін бірқатар модификацияланған Витакердің тәсілі, Н. А. Родионовамен бірлесіп жазылған Оствальдтің вискозиметрінде анықтадық [6].

Белсенділік бірлігі ретінде салыстырмалы тұтқырлығының кері шамасына 38-40 °С температурада 1 минут ішіндегі өлшем бірлігіне өсуін қамтамасыз ететін фермент мөлшері алынды.

Біздің жұмысымыздың мақсаты *P.succlorium* 2-11 жоғары белсенді нұсқасының қоректену физиологиясын және азоттың басқа да аммонийлы көздерімен салыстырғанда үш рет орын басқан фосфор қышқылды аммоний тұзының артықшылықтарының себебін зерттеу болып табылады.

Нәтижелер мен талқылау.

Иммобилизация және ұзақ өсіру үдерісінде иммобилизацияланған *P.succlorium* культурасының өзгергіштігін анықтау қатты төсеніштен торшаны алу жолымен жүргізіліп, бөлініп алынған зерттелетін микромицет нұсқаларының құрылымдық-морфологиялық және биохимиялық өзгерген белгілерін айқындауға мүмкіндік берді. Алынған *P.succlorium* 2-11 жоғары белсенді нұсқасының қоректену физиологиясын зерттеу барысында бастапқы *P.succlorium* культурасындағыдай жоғары пектинлиазалық белсенділік *P.succlorium* 2-11 культурасында да фруктозада анықталды (кесте 1).

Кесте 1 - Әртүрлі көміртек көздерімен қоректік ортада *P.succlorium* 2-11 штамында пектинлиаза ферменттерінің түзілуі

Көміртегі көзі	рН	Биомасса, г/100 мл	ПЛБ, б/мл		1г мицелийдегі белсенділік көрсеткіші	
			ПМГЛ	ПГЛ	ПМГЛ	ПГЛ
Сахароза (бақылау)	8,0	0,95	15,0 ± 0,16	16,5 ± 0,10	15,8	17,4
Фруктоза	8,0	1,03	35,8 ± 0,06	45,5 ± 0,26	34,8	44,2
Глюкоза	8,0	0,93	14,0 ± 0,06	15,0 ± 0,17	15,0	16,1
Мальтоза	8,0	0,66	15,0 ± 0,16	15,5 ± 0,47	22,7	23,5
Лактоза	8,0	0,67	15,3 ± 0,09	15,7 ± 0,11	22,8	23,4
Маннит	8,0	0,61	14,0 ± 0,06	14,5 ± 0,18	23,0	23,8
Сорбит	8,0	0,81	15,5 ± 0,47	16,0 ± 0,06	19,1	19,7
Жоғары этерленген D-галактуронан	8,0	0,95	14,0 ± 0,15	14,5 ± 0,09	14,7	15,3
Аз этерленген D-галактуронан	8,0	0,73	24,4 ± 0,21	27,0 ± 0,26	33,4	37,0

Пектинлиаза ферменттерінің конститутивті және индукциялы табиғатын білу үшін зерттелетін культураның қоректік ортасына ең қолайлы көміртегі көзі – фруктозамен

бірге спецификалық субстраттарды – жоғары этерленген D-галактуронан мен аз этерленген D-галактуронанды, пектин қышқылын қостық (кесте 2). Осы тәжірибелер бастапқы P.cyclosporum культурасы сияқты P.cyclosporum 2-11 культурасында да пектинлиаза ферменттері конститутивті табиғатқа ие болатындығын көрсетті. Спецификалық субстраттар ең қолайлы көміртегі көзі ретінде зерттелетін ферменттердің синтезін қоздырмайды. Егер фруктозада пектинлиазалы белсенділік ПМГЛ үшін 35,8 б/мл және ПГЛ үшін 45,5 б/мл болса, оларға спецификалық субстраттарды қосқанда культуралдық сұйықтықта ферментативті белсенділігі көтерілмеді. Бұл көрсеткіштер спецификалық субстраттардың қатысуы кезінде ферменттер түзілуінің қозуы жүрмейтіндігін дәлелдейді.

Кесте 2 - P.cyclosporum 2-11 штамында пектинлиаза ферменттерінің биосинтезделу деңгейіне қолайлы көміртегі көзіне спецификалық субстраттарды қосудың әсері

Тәжірибе нұсқалары	рН	Биомасса, г/100 мл	ПЛБ, б/мл		1г мицелийдегі белсенділік көрсеткіші	
			ПМГЛ	ПГЛ	ПМГЛ	ПГЛ
Фруктоза (бақылау)	8,0	1,7	35,8 ± 0,06	45,5 ± 0,26	21,1	26,8
Фруктоза + жоғары этерленген D-галактуронан	8,0	1,7	35,6 ± 0,25	45,3 ± 0,12	20,9	26,7
Фруктоза + аз этерленген D-галактуронан	8,0	1,7	35,5 ± 0,21	45,5 ± 0,20	20,9	26,8
Фруктоза + пектин қышқылы	8,5	1,6	35,3 ± 0,20	45,3 ± 0,15	22,1	28,3

P.cyclosporum 2-11 штамына азотты қоректену көздері ретінде бейорганикалық және органикалық азот көздері сыналды. Культура пектинлиаза ферменттерін бейорганикалық және органикалық азот көздерінде де түзетіндігі белгілі болды. Бастапқы P.cyclosporum культурасында ең қолайлы азот көзі аммоний хлориді болса, ал P.cyclosporum 2-11 культурасында үш рет орын басқан фосфорлы аммоний тұзы ((NH₄)₃PO₄) болды (кесте 3).

Бастапқы культурада қолайлы көміртегі және азот көздерінде, яғни фруктоза мен аммоний хлоридінде пектинлиазалық белсенділік ПМГЛ үшін 12,9 б/мл-ге дейін және ПГЛ үшін 15,9 б/мл-ге дейін болса, ал сұрыпталып алынған P.cyclosporum 2-11 культурасында пектинлиаза ферменттерінің түзілу динамикасын зерттеу кезінде ферментативтік белсенділік ПМГЛ үшін 46,5 б/мл және ПГЛ үшін 68,2 б/мл болды.

Кесте 3 - Қоректік ортада бейорганикалық және органикалық азот көздерімен P.cyclosporum 2-11 штамында пектинлиаза ферменттерінің түзілуі

Азот көзі	рН	Биомасса, г/100 мл	ПЛБ б/мл		1г мицелийдегі белсенділік көрсеткіші	
			ПМГЛ	ПГЛ	ПМГЛ	ПГЛ
NaNO ₃ (бақылау)	8,0	1,03	15,0 ± 0,16	16,5 ± 0,10	14,6	16,0
(NH ₂)SO ₄	8,0	0,71	6,0 ± 0,16	6,5 ± 0,20	8,5	9,2
NH ₄ NO ₃	8,0	0,7	6,3 ± 0,10	7,5 ± 0,12	9,0	10,7
NH ₄ Cl	8,0	1,4	35,8 ± 0,06	45,5 ± 0,26	25,6	32,5
(NH ₄) ₃ PO ₄	8,0	1,7	46,5 ± 0,15	68,2 ± 0,12	27,4	40,2
NH ₄ H ₂ PO ₄	8,0	1,5	17,0 ± 0,06	18,0 ± 0,10	11,3	12,0
(NH ₂) ₂ HPO ₄	8,0	1,5	18,5 ± 0,13	19,2 ± 0,06	12,3	12,8
Казеин	9,0	1,6	15,5 ± 0,47	15,9 ± 0,11	9,7	9,9

P.suclorium 2-11-де ПЛ ферменттері биосинтезінің үдерісінде үш рет орын басқан фосфор қышқылды аммоний тұзының Чапек ортасында басқа аммоний тұздарымен салыстырғанда артықшылығы айқындалуы кезінде қоректік ортаға онымен бірге фосфор мөлшері 0,164 г (100 мл ортаға) артық қосылатындығы анықталды. Пектинлиаза ферменттерінің биосинтезінде фосфор ролінің айқындалуы кезінде құрамына фосфор кірмейтін әртүрлі азот көздеріне 100 мл қоректік ортаға екі рет орын басқан фосфорлы калий тұзының (КН₂Р₄ мөлшері 0,023 г-нан 0,368 г-ға дейін (фосфор бойынша) көбейтіліп қосылды, яғни қоректік ортаға (NH₄)₃Р₄ пен КН₂Р₄-ны қанша қоссақ, сонша фосфор қостық.

Әдетте, құрамында фосфоры жоқ бейорганикалық азот көздерін сынау кезінде Чапек ортасында көрсетілгендей қоректік ортаға КН₂Р₄-пен бірге 0,023 г фосфор қостық. Пектинлиаза ферменттерінің биосинтезінде фосфор мөлшерінің 0,023 г-нан 0,184 г-ға дейін көтерілуі, тек аммоний тұздары көздерінде ғана емес, сонымен қатар натрий нитратында да 3 есеге дейін көтерілетіндігін көрсетті (кесте 4).

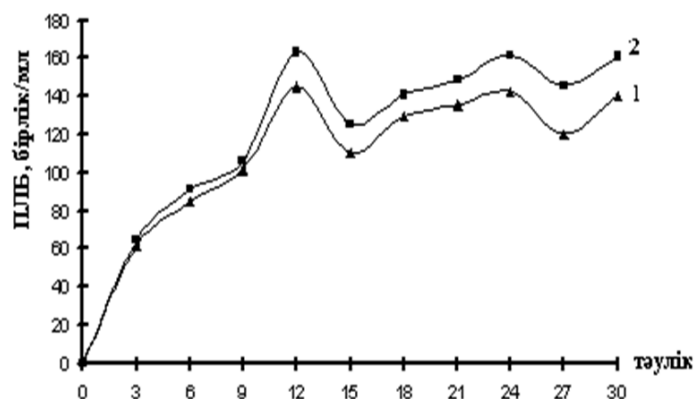
Кесте 4 – *P.suclorium* 2-11 пектинлиаза ферменттерінің жиналуына бейорганикалық азот көздерінің құрамына кіретін фосфордың әсері

Азот көзі	100 мл қоректік ортадағы фосфор мөлшері								
	Р бойынша 0,023 г			Р бойынша 0,184 г			Р бойынша 0,368 г		
	рН	ПЛА б/мл		рН	ПЛА б/мл		рН	ПЛА б/мл	
		ПМГЛ	ПГЛ		ПМГЛ	ПГЛ		ПМГЛ	ПГЛ
(NH ₄) ₃ PO ₄ (бақылау)	8,0	-	-	8,5	40,6± 0,16	45,5± 0,20	8,7	70,5± 0,10	91,0± 0,30
NaNO ₃	8,0	9,5 ± 0,16	11,9± 0,06	8,3	12,5± 0,10	15,5± 0,47	8,5	19,2± 0,06	23,9± 0,10
NH ₄ Cl	8,5	12,9± 0,27	15,9± 0,11	8,7	17,0± 0,06	18,0± 0,10	9,0	23,0± 0,06	30,0± 0,16
NH ₄ NO ₃	8,0	10,0± 0,10	10,5± 0,12	8,3	-	-	8,5	27,1± 0,15	29,1± 0,13
NH ₄ H ₂ PO ₄	8,0	7,0 ± 0,16	14,0± 0,06	8,5	7,5± 0,12	15,9± 0,11	8,7	60,5± 0,12	74,5 ± 0,1
(NH) ₂ HPO ₄	8,0	7,5 ± 0,16	12,4± 0,10	8,5	-	12,5± 0,10	8,7	65,0± 0,17	77,5± 0,15

Әсіресе, ПЛ ферменттерінің күрт өсуі фосфор мөлшерін 100 мл ортаға 0,368 г-ға артық қосу кезінде ПЛ ферменттерінің белсенділігі 70,5-91,0 б/мл-ге дейін артатындығы анықталды (сурет 1). Қоректік ортада фосфордың қолайлы мөлшерінде (0,368 г/100 мл) *P.suclorium* 2-11 штамын өсіру кезінде ПЛ ферменттерінің биосинтезі иммобилизацияланған культурада ПМГЛ бойынша 144,8 б/мл және ПГЛ бойынша 163,3 б/мл-ге көтеріліп, яғни құрамында 0,023 г фосфор бар қолайлы ортада өсірілген бастапқы культурадан 10-11 есе, ал еркін культурадан 5,5-5,7 есе артық белсенді екендігін көрсетті.

Сонымен, азоттың басқа да аммонийлы көздерімен салыстырғанда үш рет орын басқан фосфор қышқылды аммоний тұзының артықшылықтарының себебін зерттеу кезінде ПЛ ферменттерінің ең жоғарғы синтезі үшін Чапек ортасына қарағанда культуралдық сұйықтыққа фосфордың көбірек мөлшері қажет екендігі анықталды.

Қорытынды. Алынған нұсқаның қоректену физиологиясын зерттеу барысында бастапқы культурадан 3,6-4,3 есе белсендірек, яғни ПЛ ферменттерінің белсенділігін ПМГЛ бойынша 46,5 б/мл-ге және ПГЛ бойынша 68,2 б/мл-ге дейін көтеретін *P.suclorium* 2-11 штамы үшін қолайлы азот көзі ретінде үш рет орын басқан фосфор қышқылды аммоний тұзы екені анықталды. *P.suclorium* 2-11-ді ұзақ өсіру кезінде дәлелденгендей, алынған штамм үшін қоректік ортада фосфор мөлшерін көтеру кезінде ПЛ ферменттерінің көп мөлшері түзілуі тән. Иммобилизацияланған культурада ПЛ ферменттерінің түзілуі ПМГЛ үшін 144,8 б/мл-ге және ПГЛ үшін 163,3 б/мл-ге дейін жетті. Сонымен, Чапек ортасында көрсетілгендей емес (0,023



СУРЕТ 1 – Фосфор мөлшерінің (0,368 г) ең жоғары деңгейінде қоректік ортада иммобилизацияланған *Р.суслоріум 2-11* штамының ПЛ ферменттерін түзу динамикасы 1 – ПМГЛ б/мл; 2 – ПГЛ б/мл

г фосфор), *Р.суслоріум 2-11* штамында ПЛ ферменттерінің белсенді синтезі үшін қоректік ортаға фосфордың көбірек мөлшерін қосу қажет. Қоректік ортаға азот көзі ретінде үш рет орын басқан фосфор қышқылды аммоний тұзын пайдалану кезінде, онымен бірге фосфордың қосымша мөлшері (фосфор бойынша 0,164 г) қосылды. Бұл басқалармен салыстырғанда осы азот көзінің артықшылығын айқындады. Сондықтан азоттың қоректену көзі ретінде басқа азот көздерін пайдаланғанда иммобилизацияланған культурада ПЛ ферменттерінің биосинтезін 10-11 есе арттыратын *Р.суслоріум 2-11* штамындағы пектинлиаза ферменттерінің ең жоғары биосинтезі үшін 100 мл ортаға фосфордың 0,368 г мөлшерін қосу қажет екендігін есепке алған жөн.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Kurowski W.M., Dunleavy J.A. Pectinase production by bacteria associated with improved preservative permeability in sitka soruce: Synthesis and secretion of polygalacturonate lyase by *Cytophaga johnsonii* // *J Appl. Bacteriol.* - 1976-Vol.41. -№1. -P.119-122.
- 2 Kelly C.T., Fogarty W.W. Production and properties of polygalacturonate lyase by an alkalophilic microorganism *Bacillus* sp PK 9 // *Can J. Microbiol.* -1978. -Vol.24. -№ 10. -P. 1164-1172.
- 3 Бравова Г.Б. Биосинтез пектолитических ферментов анаэробными бактериями рода *Clostridium*: автореф. канд. дис. М., 1973. 38с.
- 4 Астапович Н.И., Кондратьева Л.В., Рябая Н.Е., Грель М.В. Образование пектолитических ферментов микромицетом *Aspergillus foetidus* в зависимости от источника углерода и азота // *Изв. Ан СССР. Сер. биол.наук.* 984. 1. . 64-66.
- 5 Блиева Р.К. Образование пектинрасщепляющих ферментов и -амилазы свободными и иммобилизованными микромицетами рода *Aspergillus*: дисс..докт. биол. наук. - Ташкент, 1991
- 6 Albersheim P., Killias U. Studies relating to the purification and properties of pectin-transeliminase // *Arch. Biochem. Biophys.* -1962. -Vol.971.-№ 1. -P.107-115.

А.К. Калиева

Ақтобынський региональний державний університет ім. К. Жубанова, Ақтобе, Қазақстан

Роль фосфора в биосинтезе пектинлиазных ферментов *Penicillium cyclosporum 2-11*

Аннотация: Существенное влияние на образование пектинлиазных ферментов оказывает источник азотного питания. Наиболее эффективными, обеспечивающими высокий синтез пектинлиазных ферментов, являются неорганические азотные соединения и в первую очередь физиологически кислые источники азота. Нами установлено, что для активного синтеза пектинлиазных ферментов *Р. суслоріум 2-11* необходимо добавлять большее количество фосфора в среду, чем это рекомендуется средой Чапека. При использовании трехзамещенного фосфорнокислого аммония в качестве источника азота в среду вместе с ним вносится дополнительное количество фосфора (0,164 г по Р). Это и определило преимущество этого источника азота перед другими. Поэтому при использовании в качестве источника азотного питания других источников азота необходимо учитывать, что для максимального биосинтеза пектинлиазных ферментов *Р. суслоріум 2-11* необходимо добавлять фосфор в количестве 0,368 г /100 мл среды, который увеличивает биосинтез ПЛ ферментов у иммобилизованной культуры в 10-11 раз.

Ключевые слова: пектинлиазные ферменты, культура, штамм, питательная среда, биосинтез, иммобилизация.

А.К.Калиева

Aktobe Regional State University. K. Zhubanova, Aktobe, Kazakhstan

The role of phosphorus in the biosynthesis of *Penicillium cyclopium* 2-11 pectinase enzymes

Abstract: A significant influence on the formation of pectinase enzymes has a source of nitrogen nutrition. The most effective, providing high synthesis of pectinase enzymes, are inorganic nitrogen compounds and primarily physiologically acidic nitrogen sources. We have found that for the active synthesis of *P. cyclopium* 2-11 pectinase enzymes, it is necessary to add more phosphorus to the medium than recommended by the anaerob medium. When using trisubstituted ammonium phosphate as an nitrogen source, an additional amount of phosphorus is added to the medium along with it (0.164 g according to P). This determined the advantage of this nitrogen source over others. Therefore, when using other nitrogen sources as a source of nitrogen nutrition, it is necessary to take into account that in order to maximize the biosynthesis of *P. cyclopium* 2-11 pectinase enzymes, phosphorus should be added in an amount of 0.368 g / 100 ml of medium, which increases the biosynthesis of the PL enzymes in the immobilized culture in 10-11 time.

Keywords: pectinase enzymes, culture, strain, nutrient medium, biosynthesis, immobilization.

References

- 1 Kurowski W.M., Dunleavy J.A. Pectinase production by bacteria associated with improved preservative permeability in sitka soruce: Synthesis and secretion of polygalacturonate lyase by *Cytophaga johnsonii*, J Appl. Bacteriol.41, (1). 119-122. (1976).
- 2 Kelly C.T., Fogarty W.W. Production and properties of polygalacturonate lyase by an alkalophilic microorganism *Bacillus* sp PK 9, Can J. Microbiol, 24, (10).1164-1172 (1978).
- 3 Bravova G.B. Biosintez pektoliticheskikh fermentov anaerobnymi bakteriyami roda *Clostridium*: avtoref... kand.dis. [Biosynthesis of pectolytic enzymes by anaerobic bacteria of the genus *Clostridium*: author. cand. dis.] (1973, 38p.) [in Russian].
- 4 Astapovich N.I., Kondrat'eva L.V., Ryabaya N.E., Grel' M.V. Obrazovanie pektoliticheskikh fermentov mikromicetom *Aspergillus foetidus* v zavisimosti ot istochnika ugleroda i azota [Grel M.V. Formation of pectolytic enzymes by *Aspergillus foetidus* micromycete depending on carbon and nitrogen source] (1984, 64-66 p.) [in Russian].
- 5 Blieva R.K. Obrazovanie pektinrassheplyayushchih fermentov i ?-amilazy svobodnymi i immobilizovannymi mikromicetami roda *Aspergillus*: ...dokt.biol.Nauk: [Formation of pectin-disintegrating enzymes and ?-amylase by free and immobilized micromycetes of the genus *Aspergillus* - diss. . . doct. biol. Sciences] (1991) [in Tashkent].
- 6 Albersheim P., Killias U. Studies relating to the purification and properties of pectin-transeliminase //Arch. Biochem. Biophys, 971 (1), 107-115 (1962).

Сведения об авторах:

Калиева А.К. – биология ғылымдарының кандидаты, биология кафедрасының аға оқытушысы, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті, Ақтөбе, Қазақстан

Kalieveva A.K. - Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer of the Department of Biology, Aktobe Regional State University. K. Zhubanova, Aktobe, Kazakhstan

Редакцияға 03.06.2019 қабылданды