



Полилактидтің (PLA) алынуы: полимерлену кезеңдері, қасиеттері.

6 дәріс

Полилактид

- PLA – крахмал мен полисүт қышқыл негізіндегі биологиялық ыдырайтын биополимер.
- PLA - қышқыл, алифатты полиэфир. Ол табиғи, қымбат емес және тез жаңартылатын материалдан өндірілген және бір рет қолданылатын, биологиялық ыдырайтын экологиялық таза ыдыс-аяқтарды, экологиялық таза қаптамаларды және экологиялық таза ыдыстарды өндіруге жарамды.

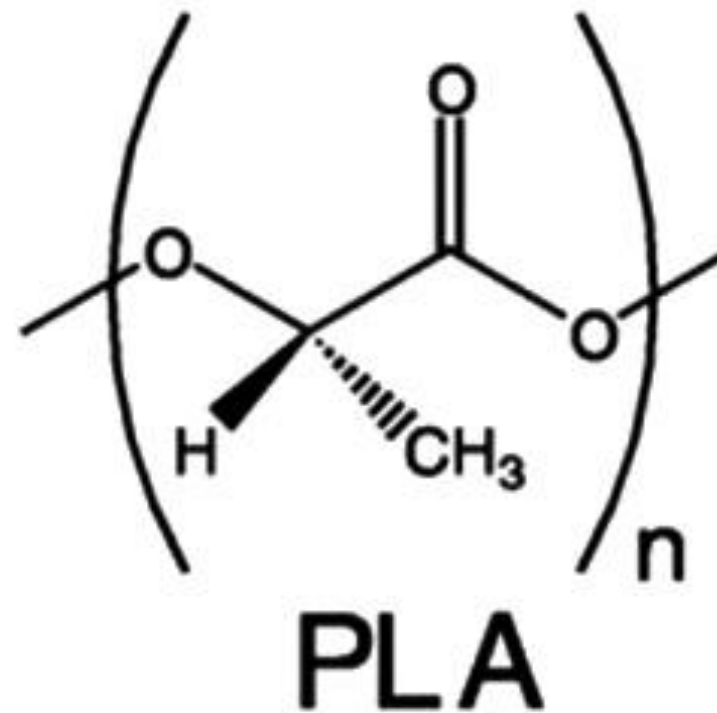
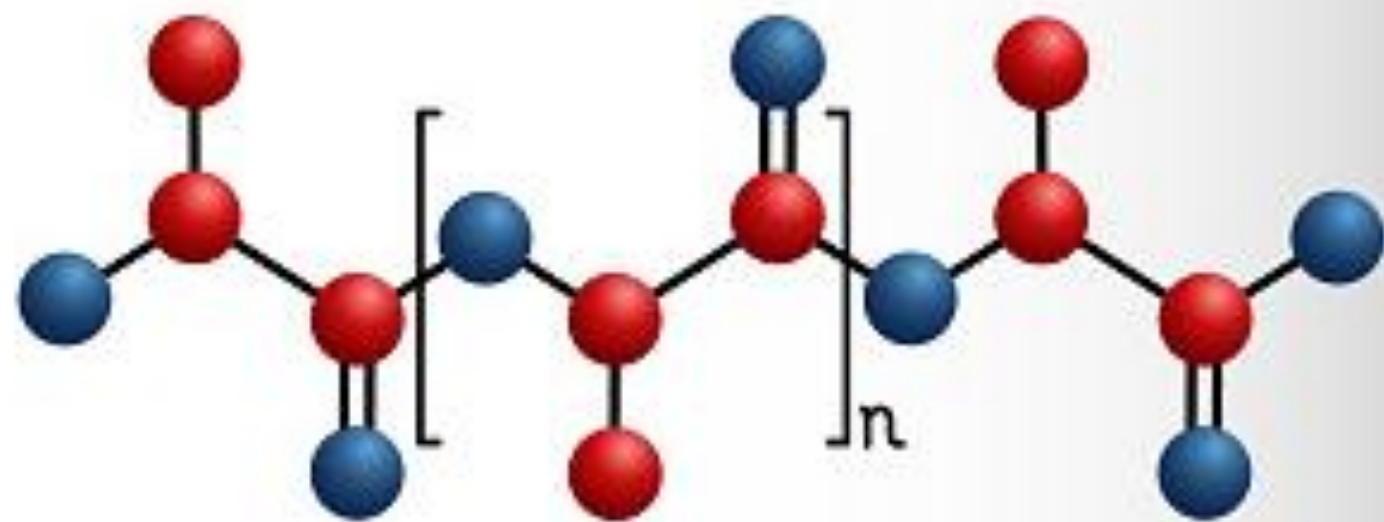
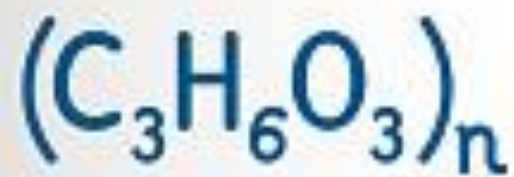
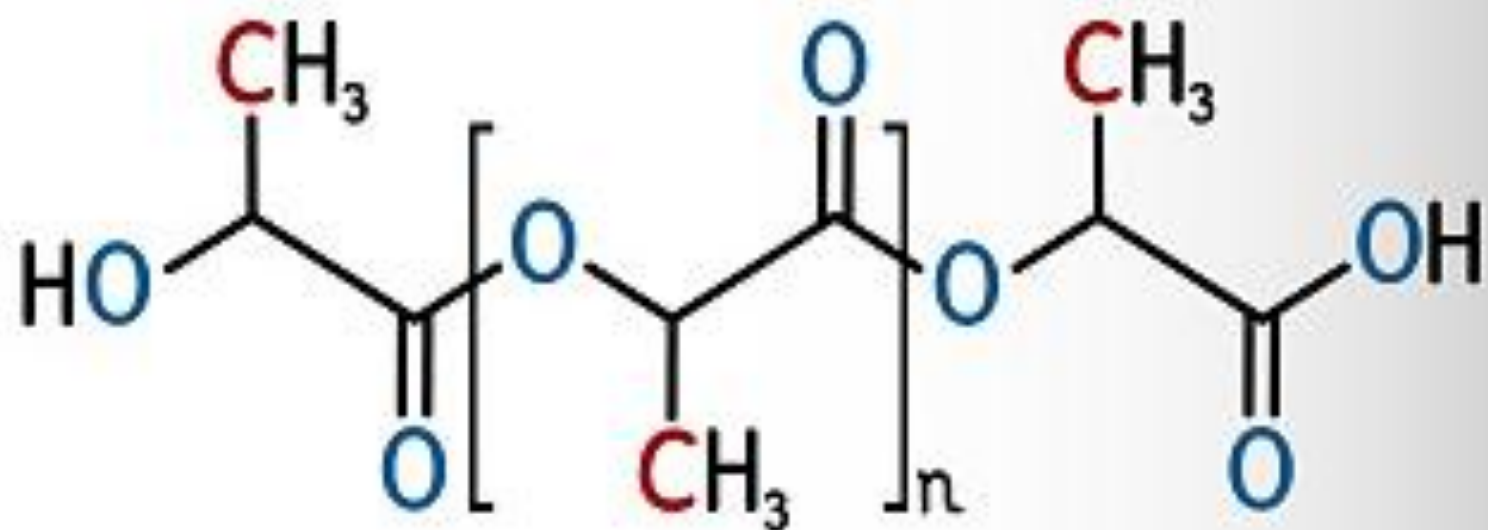
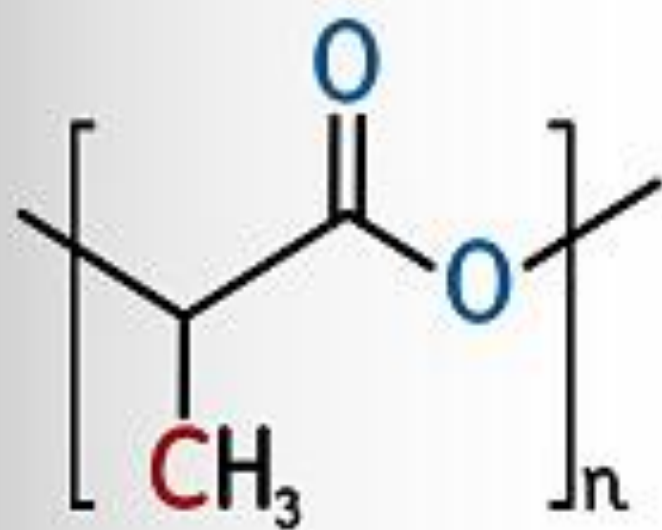


Рис 1. Формула полимолочной кислоты

Poly(lactic acid)



Химиялық құрамы

Сүт қышқылы да, лактид те екі стереоизомерлер, L- және D- түрінде болады. Изомерлердің қасиеттері әртүрлі, сондықтан биополимердегі изомерлердің салыстырмалы құрамының өзгеруі полилактидті материалдардың соңғы қасиеттері мен класына әсер етеді

Полимер сорттары PS (полистирол), PP (полипропилен) және ABS пластмассасын (акрилонитрил, бутадиен және стирол сополимері) ауыстырады. Механикалық қасиеттері PLA-ны PS және PET (полиэтилентерефталат) арасында орналастырады .

PLA маркаларының көпшілігі жартылай кристалданатын полимерлер, балқу температурасы 180°C және шыныға өту температурасы $55\text{--}60^{\circ}\text{C}$. Маңыздысы, PLA-дағы кристалдық фаза дайын өнімнің сапасын жақсартады.



PLA - өте берік термопластикалық материал. Оның $2,7\text{--}16\text{ ГПа}$ жоғары Янг модулі (күш түсіргеннен кейін бастапқы пішініне оралу мүмкіндігі) бар. Бөлме температурасында PLA беріктігі және Янг модулі полистиролмен (PS) салыстырылады.



PLA ыстыққа төзімді емес, одан жасалған ыдыс ыстық сұйықтықтардың әсерінен пішінін жоғалтады. Алайда, басқа компоненттермен араласқанда ыстыққа төзімділік 110°C -қа дейін артады, бірақ бұл биоыдырау уақытын арттырады.

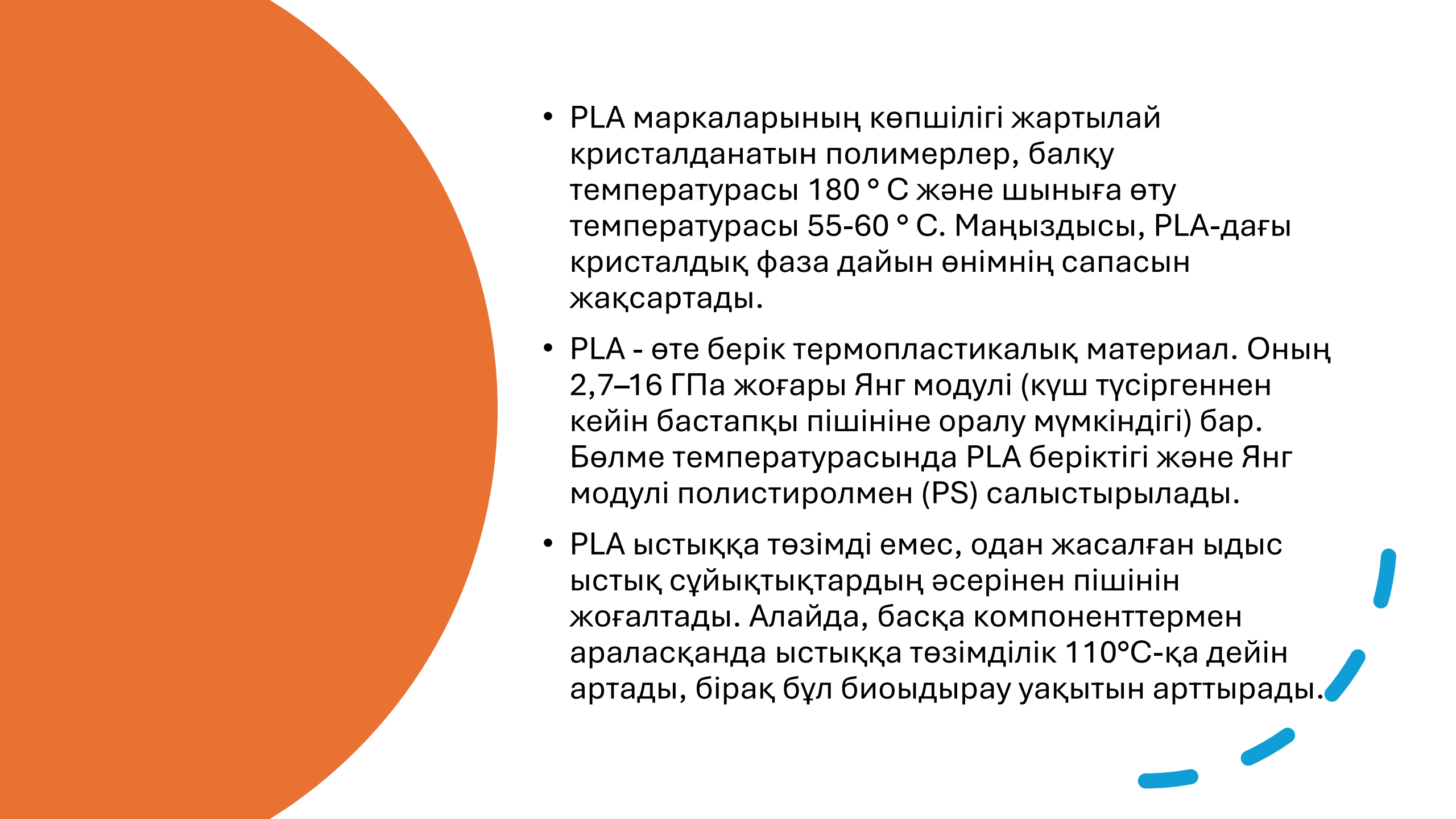
Полилактидтің
негізгі
артықшылықтары
оның өндірісінде
жаңартылатын
ресурстары.

- Қаптамаға арналған ең перспективалы биологиялық ыдырайтын пластмассалардың бірі полилактид $[-(O-C(CH_3)-CO-)_n]$ - сүт қышқылының поликонденсациясының немесе лактидті полимерленуінің өнімі. Полилактидтің (PLA) негізгі артықшылықтарының бірі оның өндірісінде жаңартылатын ресурстардан (жүгері немесе қант қамысы) шикізатты пайдалану болып табылады.



PLA табиғи ортада оңай ыдырайды: компостта биологиялық ыдырау кезеңі шамамен 1 ай; су ортасында бұл материал да жойылады (негізінен бактериялар), бірақ ұзақ уақыт. Тұтыну қасиеттері тұрғысынан бұл биополимер синтетикалық аналогтарынан кем түспейді.

Полилактид топырақта биоыдырау процесі 60°C жоғары температурада басталады. Полилактидтердің ыдырау нәтижелері визуалды түрде көрсетіледі. Сыртқы жылыту немесе биомассаны табиғи өздігінен жылыту есебінен пластикалық қалдықтарға арналған арнайы полигондарда қажетті жағдайлар жасалуы мүмкін

- 
- PLA маркаларының көпшілігі жартылай кристалданатын полимерлер, балқу температурасы 180°C және шыныға өту температурасы $55-60^{\circ}\text{C}$. Маңыздысы, PLA-дағы кристалдық фаза дайын өнімнің сапасын жақсартады.
 - PLA - өте берік термопластикалық материал. Оның $2,7-16$ ГПа жоғары Янг модулі (күш түсіргеннен кейін бастапқы пішініне оралу мүмкіндігі) бар. Бөлме температурасында PLA беріктігі және Янг модулі полистиролмен (PS) салыстырылады.
 - PLA ыстыққа төзімді емес, одан жасалған ыдыс ыстық сұйықтықтардың әсерінен пішінін жоғалтады. Алайда, басқа компоненттермен араласқанда ыстыққа төзімділік 110°C -қа дейін артады, бірақ бұл биоыдырау уақытын арттырады.

Обычный
стакан
из ПЛА



Термостойкий
стакан из
ПЛА
Люмини™

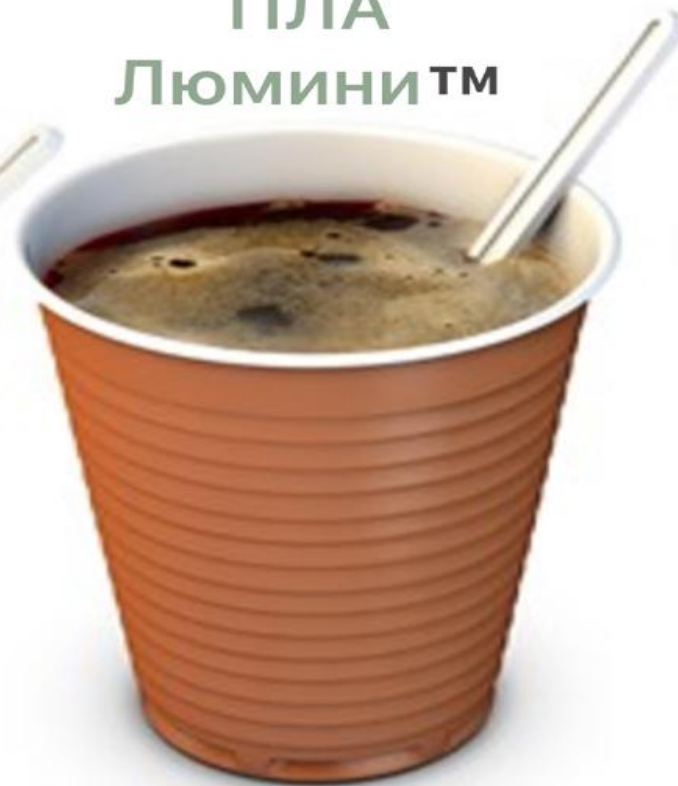


Рис 4. Компания TotalEnergies Corbion из Нидерландов разработала термостойкое решение для биопластиков на основе PLA



PL

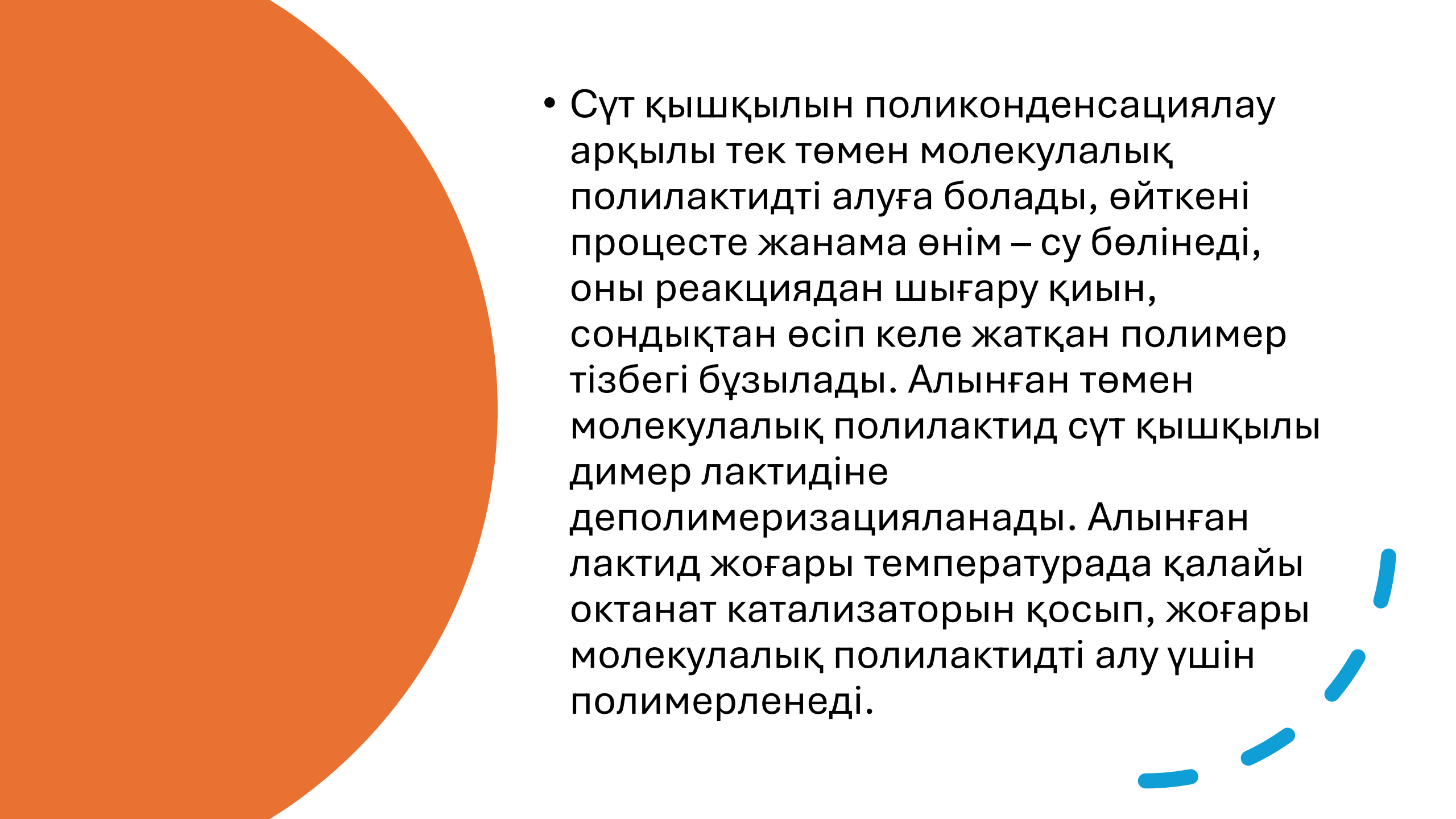
- Полилактид – мөлдір, термопластикалық полимер және оны синтетикалық полимерлерді өңдеу үшін қолданылатын барлық әдістермен өңдеуге болады. PLA парақтарын бір рет қолданылатын ыдыстарды, тамақ пленкаларын және тіпті медициналық импланттарды қалыптастыру үшін пайдалануға болады.

Полилактидті алудың екі жолы бар:

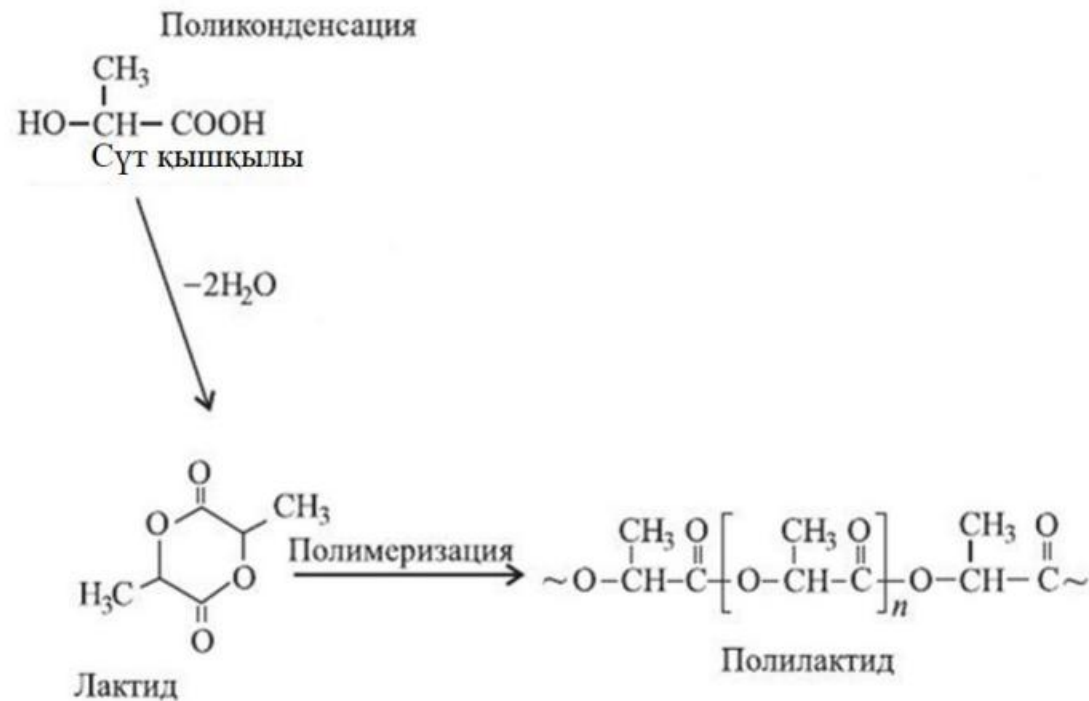


сүтқышқылды
поликонденсация

лактидті
полимерлеу.

- 
- Сүт қышқылын поликонденсациялау арқылы тек төмен молекулалық полилактидті алуға болады, өйткені процесте жанама өнім – су бөлінеді, оны реакциядан шығару қиын, сондықтан өсіп келе жатқан полимер тізбегі бұзылады. Алынған төмен молекулалық полилактид сүт қышқылы димер лактидіне деполимеризацияланады. Алынған лактид жоғары температурада қалайы октанат катализаторын қосып, жоғары молекулалық полилактидті алу үшін полимерленеді.

- Мономер сүт қышқылы тікелей поликонденсациялау арқылы және оптикалық белсенді лактидті сақиналы ашылатын полимерлеу әдісімен 100-150° С ерітіндіде немесе 140-200°С сусымалы түрде синтездеңіз. Мономер сүт қышқылы өте гигроскопиялық, сондықтан оны тікелей қолдану қиындықтарды тудырады.



Полилактидті өнімнің топырақта ыдырауы



полилактид улы заттар
шығармайды және
жағымсыз иісі жоқ

Полилактидтің ыдырауына әсер ететін факторлар

Полилактидтің (PLA) деградациясына бірнеше маңызды факторлар әсер етуі мүмкін:

температура: Жоғары температуралар гидролизді қоздырады, бұл полимер тізбектерін ыдыратуды тиімдірек етеді. Деградация PLA шыныға өту температурасынан жоғары температурада тезірек жүреді.

ылғал: Су гидролизде өте маңызды, өйткені ол PLA құрайтын эфирлік байланыстардың үзілуіне көмектеседі. Жоғары ылғалдылық немесе ылғалдылық бұзылу жылдамдығын күрт арттыруы мүмкін.

pH деңгейлері: PLA деградациясы орын алуы мүмкін қышқыл немесе концентрлі сілтілі ерітінділерге байланысты өйткені олар гидролитикалық реакцияларды катализдейді.

Микробтық белсенділік: Кейбір микроорганизмдер материалды бұзатын ферменттерді синтездеу арқылы PLA ыдырау жылдамдығын арттыруы мүмкін.

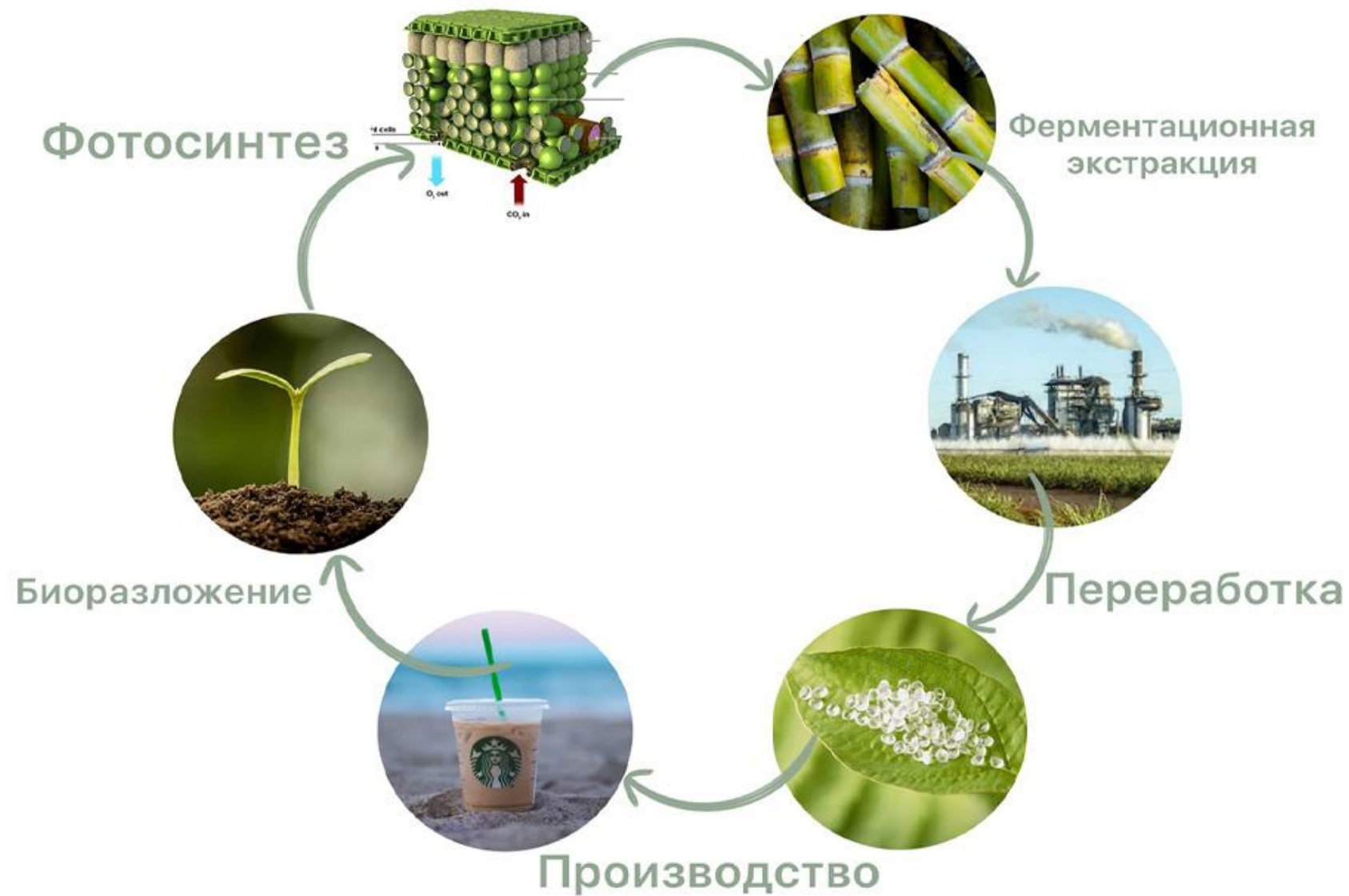


Рис 2. Жизненный цикл ПЛА



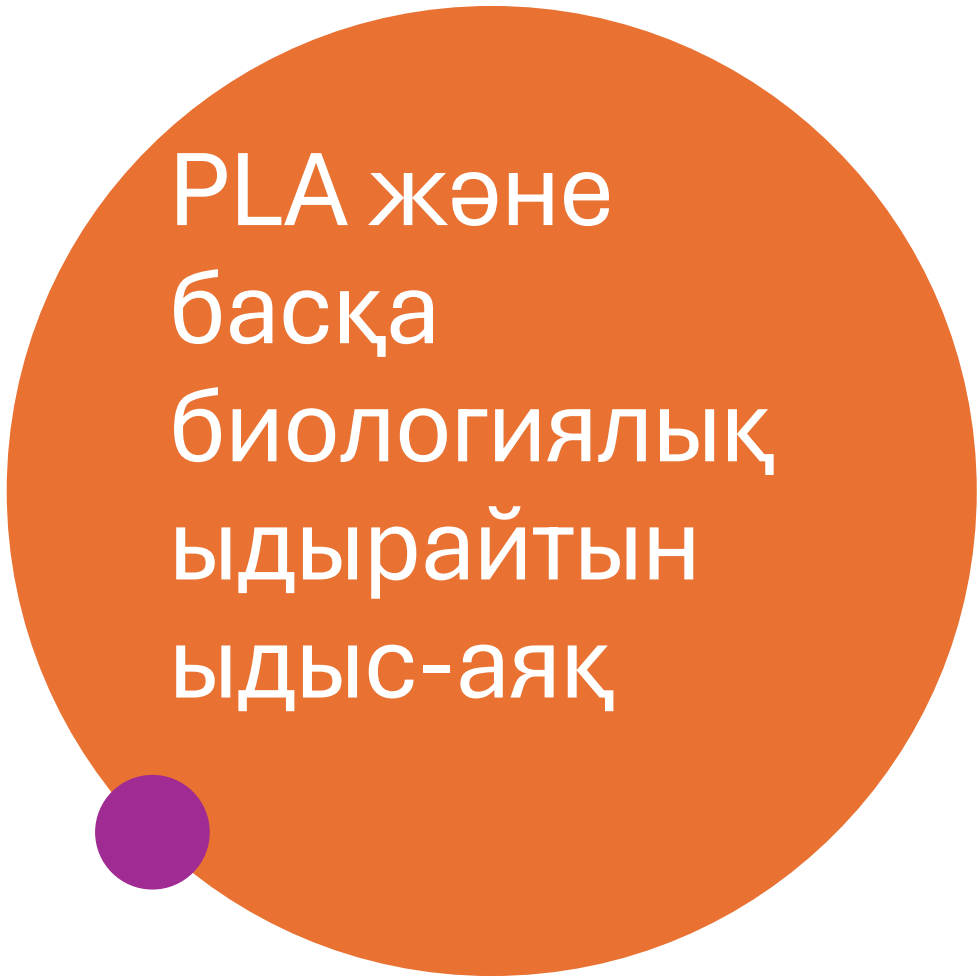
PLA қолданылуы

- Пластмассадан жасалған ыдыс-аяқтарға балама жасау үшін PLA пайдаланудан басқа (бір рет қолданылатын және қайта пайдалануға болатын экологиялық ыдыстар, экологиялық таза ас құралдары және экологиялық таза қаптамалар) PLA медицинада [14] жіптерге, табақтарға, түйреуіштерге, өзектерге және торларға арналған материал ретінде қолданысын тапты. Ол алты айдан екі жылға дейін ағзада зиянсыз сүт қышқылына ыдырайды.
- 



Металл конструкцияларын PLA өнімдерімен ауыстырудың себебі - ортопедиялық құралдарды алып тастау үшін қайталанатын операцияны болдырмау. Бұл шығындарды азайтады және қалпына келтіруді жеңілдетеді.

Сонымен қатар, PLA бірегей балқу қасиеттеріне және зиянды түтіндердің болмауына байланысты 3D басып шығаруға жарамды. PLA 3D басып шығару компьютерлік үлгілер мен пациенттің анатомиялық ерекшеліктеріне негізделген қауіпсіз, күрделі биомедициналық компоненттерді шығаруға мүмкіндік береді.



PLA және басқа биологиялық ыдырайтын ыдыс-аяқ

- PLA биологиялық ыдырайтын қасиетінің арқасында багассой (қант қамысы өндірісінің қалдығы), жүгері крахмалы, пальма жапырақтары және қайың сияқты биологиялық ыдырайтын ыдыс-аяқ пен экологиялық таза құрылғыларды өндіруге арналған басқа заманауи экологиялық материалдармен қатар өзін көрсетті.



Рис 7. Посуда из ПЛА

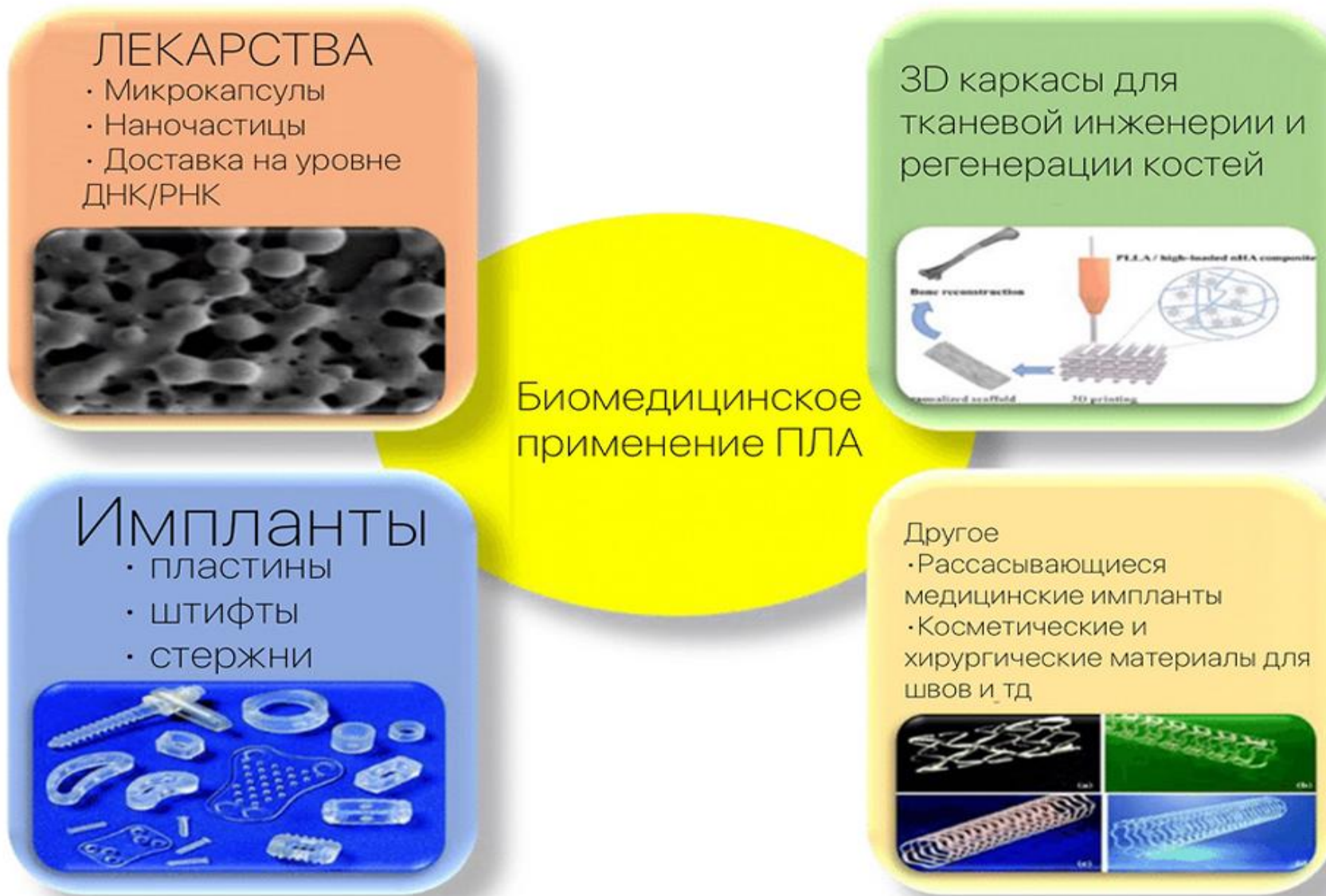


Рис 6. ПЛА применяется в медицине из-за его безопасного разложения внутри организма.

Композиттік материалдарға PLA қосудың әртүрлі артықшылықтары

Олардың кейбіреулері мыналарды қамтиды:

1. Қоршаған ортаны сақтауға көмектесетін биодырағыштық 2. Табиғи талшықтармен жақсы адгезия қасиеттері

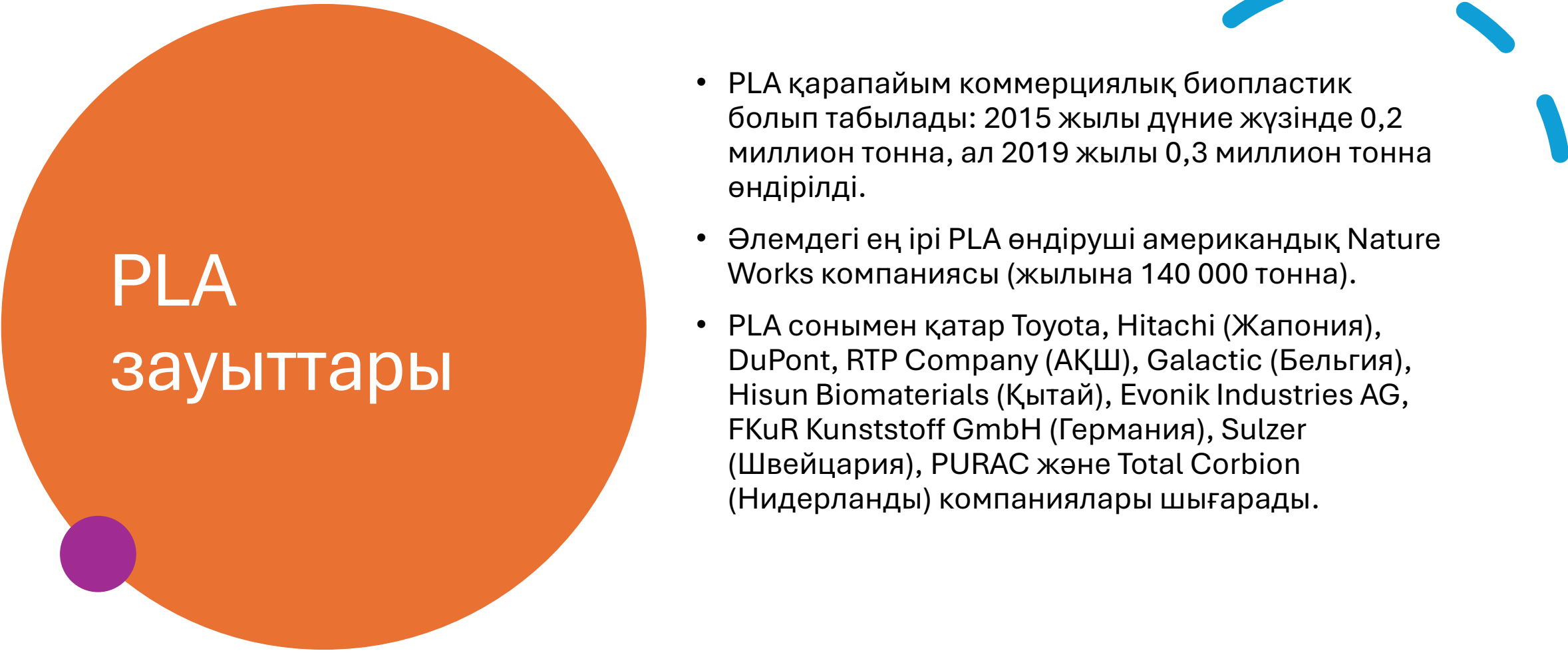
3. Матрицалық материал ретінде жақсы инженерлік қасиеттер 4. Толық био негізіндегі композиттерді өндіру әлеуеті

5. Қазіргі уақытта қолданылып жүрген биополимерлер. кейбір басқа биополимерлермен салыстырғанда өңдеуге қабілеттілігі төмен.

Бұлар автомобиль, құрылыс және тұтыну тауарлары салаларында PLA негізіндегі композиттерді қолдануға қатысты.

Негізгі қорытындылар:

1. Биополимерлер өздерінің экологиялық қасиеттері бойынша дәстүрлі полимерлерден (пластмассалардан) едәуір асып түседі.
2. Компосттау әдісімен кәдеге жаратуды пайдалану арқылы биополимерлер табиғи циклге қатысатын су, көмірқышқыл газы, қарашірік сияқты қоршаған табиғи ортаға зиян келтірмейтін компоненттерге толықтай ыдырайды
3. Ең танымал биополимер-бұл сүт қышқылының полимерленуінің өнімі болып табылатын полилактид.
4. Полилактидтер, басқа биологиялық ыдырайтын пластмассалардан басқа, дәстүрлі пластмассаларға қарағанда ең танымал және перспективалы болып табылады



PLA зауыттары

- PLA қарапайым коммерциялық биопластик болып табылады: 2015 жылы дүние жүзінде 0,2 миллион тонна, ал 2019 жылы 0,3 миллион тонна өндірілді.
- Әлемдегі ең ірі PLA өндіруші американдық Nature Works компаниясы (жылына 140 000 тонна).
- PLA сонымен қатар Toyota, Hitachi (Жапония), DuPont, RTP Company (АҚШ), Galactic (Бельгия), Hisun Biomaterials (Қытай), Evonik Industries AG, FKuR Kunststoff GmbH (Германия), Sulzer (Швейцария), PURAC және Total Corbion (Нидерланды) компаниялары шығарады.