

добавить готовому продукту полезных функциональных свойств путем использования разнообразных заквасочных культур молочнокислых микроорганизмов.

Ключевые слова: капуста, молочная кислота, технология брожения, сырье, овощи.

Abstract

The article shows that sauerkraut is a common ingredient throughout the menu. In this connection, we can say that sauerkraut is an integral part of the nutrition of the population, as it improves the functioning of the human body. At the same time, the importance of using the fermentation process is to add to the final product useful functional properties by using a variety of starter cultures of lactic acid microorganisms.

Key words: cabbage, lactic acid, fermentation technology, raw, vegetable.

FTAMP 34.01.45

А.Қуанышқалиева

М.Өтемісов атындағы Батыс Қазақстан мемлекеттік университеті
Орал қ., Қазақстан Республикасы

ainurok95@mail.ru

БИОЛОГИЯ ҒЫЛЫМЫНДАҒЫ «ГЕН» ҰҒЫМЫНЫҢ ҚАЛЫПТАСУ ҮРДІСІ

Андатпа

Аталмыш мақалада ген туралы ұғымның Мендельдің тұқым қуалаушылықтың классикалық теориясынан басталып, геннің молекулалық теориясы мен нәзік құрылымдылығы, мутациялық теория және онтогенездің молекулалық негіздеріне дейінгі деңгейлердегі дамуы қарастырылған.

Негізгі сөздер: Генетика, ген, экзон, интрон, ДНҚ, РНҚ, ақуыз, мутация, онтогенез.

Елбасы Нұрсұлтан Әбішұлы Назарбаевтың «Болашаққа бағдар: рухани жаңғыру» бағдарламалық мақаласында: «Мақсатқа жету үшін біздің санамыз ісімізден озып жүруі, яғни одан бұрын жаңғырып отыруы тиіс. Білімді, көзі ашық, көкірегі ояу болуға ұмтылу – біздің қанымызда бар қасиет, ал табысты болудың ең іргелі, басты факторы білім екенін әркім терең түсінуі керек. Жастарымыз басымдық беретін межелердің қатарында білім әрдайым бірінші орында тұруы шарт», – деген болатын[1].

Генетика ғылымы XX ғасырдан бастап қана қарқынды дами бастаған жас ғылым. Генетика ғылымы органикалық дүниенің эволюциясының және

мәдени өсімдіктердің жаңа іріктемелері, жануарлардың тұқымдары және микроорганизмдердің штаммдарын алудағы адамның іс-әрекетінің негізін қалайтын тірі ағзалардың екі функционалдық қасиеттері – тұқымқуалаушылық пен өзгергіштікті зерттейді. Ал осы ағзаның функционалды қасиеттері гендер арқылы жүзеге асады.

Ген – тұқым қуалаушылықтың функционалды бірлігі. Тұқым қуалайтын материалдардың ұйымдасуының гендік деңгейі – жеке тұқым қуалаушылық пен белгілі бір түр ағзасының бөлек белгілері мен жасушалық қасиеттерінің жеке өзгерістерін қамтамасыз етеді. Гендер ағза туралы ақпараттарды сақтап, келесі ұрпаққа беріп отырады.

Біз – өз гендеріміздің өніміміз. Ендігі кезекте қазіргі заманғы генетиканың түпқазықты (функциональды) ұғымы – «ген» ұғымының дамуына қысқаша тоқталайық.

Алғашқы теория, генетиканың дамуы Мендельдің тұқымқуалаушылықтың классикалық теориясынан (Менделизм, формальды генетика) басталған. Ол тұқым қуалаушылықтың табиғи дискретті қағидасының негізінен құралды. Ген ұғымында таным бастапқыдан алғышартқа, одан соң мақсатына айналды. Формальды генетика тұқымқуалаушылықтың барлық құбылысын емес, тек кездейсоқ тұқымқуалаған аллельді гендерді қамтыған. Кейін генетика Мендельдің теориясымен қамтылмаған жаңа фактілердің ашылуы мен түсіндірілуі нәтижесінде дамыды. Бұл тұқымқуалаушылықтың хромосомдық теориясының құрылуына әкелді және ген туралы ұғымды байытты. Мұнан әрі ген туралы теорияның дамуы тұқымқуалаушылықтың молекулалық құбылысын анықтауға мүмкіндік беріп, ген туралы ұғымды одан әрі тереңдетті [2].

Білімнің генерализация қағидасы ең алдымен әдістемелік құралдармен физика пәні оқулықтарында практикалық аспектіде жүзеге асты. Мектептің қорытынды биология курсының теориялық мазмұны бағдарлама авторымен, оқулықтарда аталмаған қағидаларсыз құрастырылды. Нәтижесінде, Мендельдің заңдары теориялық жүйесінің құрылымдық күйі ретінде емес, тәжірибелердің қорытындысы ретінде қарастырылады; хромосомдық теория деп аталынады, бірақ мазмұнды ашпайды; геннің молекулярлық теориясы генетикалық бөлімнен тыс (парадокс!) үзінділеп зерттеледі және қазіргі заманауи ғылымның дәрежесіндей ген жайында көрініс бере алмайды; генетикалық теорияның негізі қалыптаспайды, оның құрастырылуына негіз болған фактілер әрдайым айқындалмайды; теория мен оның қазіргі ғылыми көзқарасының практикалық мәнінің ашылу үлесі жеткіліксіз болды [3].

Ген (грек. *genos* – тұқым, тек) – тұқым қуалаудың қандай да бір элементар белгісін қалыптастыруға жауапты материалдық бірлік. Генде жасушаның құрылымы мен қызметін анықтайтын генетикалық ақпарат болып табылады. Бір организмнің гендер жиынтығы оның генотипін құрайды. Ген терминін алғаш рет 1909 жылы Дания ғалымы В.Йогансен енгізді. Барлық гендер ДНҚ-дан тұрады және әрбір жеке жасушадағы

мындаған осындай гендер жеке ДНҚ молекуларының үзіндісі түрінде емес, хромосома деп аталатын, ірі құрылымдық бірлік құрамында болады. Жасушаның бөлінуі кезінде бұл хромосомалар екі еселенеді және жаңа түзілген жас жасушаалар осындай ата-аналық гендер жиынтығының көшірмесін алады. Соның нәтижесінде жасушаның барлық белгілері (қасиеттері) ұрпақтан ұрпаққа беріледі, яғни тұқым қуалайды. ДНҚ-да «жазылған» (кодталған) тұқым қуалау туралы генетикалық ақпарат РНҚ молекуласына беріледі де, ақуыз биосинтезі (трансляция) нәтижесінде ақуыз молекулалары құрылымынан көрініс табады. Генетикалық ақпараттың ДНҚ-дан РНҚ арқылы полипептидтер мен ақуыздарға тасымалдануы экспрессия немесе гендердің көрінуі деп аталады. ДНҚ-ның басқа гендердің белсенділігін реттейтін бөліктерін «реттеуші гендер» деп атайды. Реттеуші гендер басқа молекулалармен әрекеттесе отырып, сол жасушадағы ақуыз синтезіне әсер етеді.

Геннің маңызды қасиеттерінің бірі – олардың жоғары тұрақтылығының (ұрпақтар бойында өзгермеушілігі) тұқым қуалағыш өзгерістерге – мутацияға ұшырау қабілеттілігімен үйлесімділігі. Бұл қасиет табиғи сұрыпталудың, оның нәтижесінде организмдер өзгергіштігінің негізі болып табылады.

Ген туралы ұғым генетикалық теорияны мазмұндау кезінде бірізділіктің болмауынан даму логикасын бұзады және жоғары сынып оқушыларының білім жүйелерінің қалыптасуына теріс әсер етеді. Есте сақтауға негізделген көптеген фактілер мен бөлек заңдылықтар сияқты формальды білімдер жадыға салмақ түсіріп, тез ұмытылады. Генерализация қағидасы бойынша, ген туралы теориялық материал келесі инвариантты ережелер бойынша құрылуы қажет:

- Ген туралы ұғымның нақтылануы теория ауысуы кезінде жүреді және оның мәнін ашады: формальды генетика → тұқымқуалаушылықтың хромосомдық теориясы → геннің молекулярлық теориясы → мутациялық теория.

- Әрбір теория фактілердің, қағидалардың, ұғымдар мен заңдардың (заңдылықтардың) байланысу жүйесі ретінде қарастырылады.

- Теорияның логикалық мазмұндалуы ғылыми ізденіс жолдарын қарастырған кезде толықтырылады.

- Генетиканың іргелі теориясы онтогенездің генетикалық негізі ретінде зерттелсе, қолданбалы тұсының аса маңызды бағыттары болып, гендік инженерия мен селекция табылады.

Мендель заңы. Генерализация қағидасына сәйкес Мендель заңын эксперимент нәтижесі ретінде емес, тұқымқуалаушылық теориясының тұтастай жағдайы ретінде зерттеу керек. Хромосомалық айқасу (кроссинговер) процесінің нәтижесін Г.Мендельден бұрын қолға алған ғалымдар: И.Г.Кельрейтер, Т.Э.Найт, О.Сажре, Ш.Нойден, т.б. бұл үрдісті зерделеп түсіндіре алмаған. Көптеген зерттеушілерге қарағанда Г.Мендель қарапайым тұқымқуалаушылық белгілерінің идеясынан емес,

тұқымқуалаушылықтың дискретті (бөлек) материалдар бірлігінің («тұқымқуалаушылық факторы», яғни гендер) идеясына сүйенген.

Г.Мендельдің алғашқы болжамы ғылымда тұқымқуалаушылықтың дискретті қағидасы ретінде белгілі. Бұл генетиканың сәтті дамуы екенін айқындады. Г.Мендельдің осы қағидасынан сай, гибридизация әдісін жаңаша қолданды: бір-бірінен бір немесе бірнеше альтернативті белгілері бойынша ажыратылатын ағзаларды будандастырып, кейін олардың ұрапағында көрінген белгілеріне жете талдау жасалған. Ол зерттеуге арнап, қарапайым нысана (бұршақ) іріктеп алды. Будандастыру нәтижесі мен тіркеуді білгілеу үшін Мендель әріптік символиканы енгізді; сол кезде клетканың бөліну (митоз, мейоз) үрдісінің сипаттамалары болмаса да, тұқымқуалайтын факторларға бастапқы ұғым берді. Оның тәжірибелері айрықша дәлдікпен ерекшеленді [4].

Жалпы білім беретін орта мектептердің жоғары сыныптарында – моно- және дигибридті будандастыру нәтижесін сипаттаған кезде оқушылардың назарын тәжірибеде анықталған заңдылықтарға аудару керек. Мендельдің заңдары: бірінші ұрпақтың будандарының біркелкілігі; екінші ұрпақтың будандарындағы белгілерінің ажырауы; тәуелсіз тұқымқуалау, оның негізгі теорияларының ретін құрды [5].

Мендель заңдарының цитологиялық негіздері. Тұқымқуалаудың хромосомдық теориясының ережелерін толықтай жаңғыртудың арқасында, жоғары сынып оқушыларына бұл теорияның едәуір толық, өзіне формальды генетиканы үзінді ретінде қосып, цитологиялық негіздеме бергенін көрсетуге мүмкіндік береді.

Ген туралы ұғымды дамыту барысында Г.Мендельдің негізгі цитологиялық заңдарын қарастырғаннан кейін, Т.Морганның тұқымқуалаушылықтың хромосомдық теориясындағы ережелерді нақтылауға көшу керек. Хромосомалық теориямен қарастырылған ген туралы ұғымды тұқымқуалаушылықтың материалдық бірлігі ретінде анықтау, яғни ген туралы көзқарастың XX-шы ғасырдың 20-30 жылдарындағы ғылымның даму деңгейіндей шектелу, дидактика мен әдістемеде танылған ғылыми қағидамен сәйкес келмейді. Бұл жоғары сынып оқушыларының потенциалдық мүмкіндіктерімен қоса, пәнге деген қызығушылығын төмендетеді [6].

Геннің молекулярлық теориясы. Геннің молекулярлық теориясының бастамасына, негізгі қағидаларына, мәндеріне жүгіну ген туралы ұғымның дамуындағы маңызды кезең болуы керек. Осыған байланысты тұқымқуалаушылықтың хромосомалық теориясын XX ғасырдың ортасында тек геннің хромосомалық аймағы ретінде түсіндірді, бірақ оның молекулярлық қасиетін түсіндірмейтінін атап өтуге болады. Көптеген зерттеушілер «генді – бөлінбейтін және бөлек жұмыс жасайтын ақуыз» дегенге бейім болды. Бірден-бір дәлел, О.Эверистің пневмакоккаға қойған тәжірибелерінен ДНҚ молекуласының тұқымқуалаудың зерзаты екендігінің байқалғаны; алайда О.Эвери бұл жаңалықты теориялық тұрғысынан

сипаттай алмай, тек бақыланған фактілерді баяндағанын айта кету керек. Сондықтан да, генді ақуыздық қасиетке ие деген көзқарас ғылымда көпке дейін басым болды.

Тек, 1953 жылы Кембридждегі Кавендиш лабораториясының ғылыми қызметкерлері, әлі ешкімге белгісіз Д.Уотсон мен Ф.Крик ДНҚ молекуласының құрылымын құрып, геннің молекулярлық қасиетінің түсінігіне әкелді. ДНҚ-ның генетикалық ролінің ашылуына ағылшын ғалымдары М.Уилкинсон мен Р.Франклиннен алынған жеке нуклеотидтердің химиялық құрамы туралы деректер, сонымен қатар рентгенқұрылымдық анализдің нәтижесі және басқа да толық фактілер мен эмпирикалық жалпыламалар ықпал еткенін айта кету керек [7].

Жоғары сынып оқушыларын ДНҚ моделінің рентгенограмма негізінде балаларға арналған конструктор (жеке элементтерден) типі бойынша құрастырылғаны қызығушылық танытады.

Геннің молекулярлық қасиетін анықтау генетикада жалған революция екенін көрсетті. Ген енді қандай да бір құпия болудан қалды, енді оның қасиетін тек будандастыру тәжірибелерінен ғана емес, физикалық-химиялық әдістермен зерттеуге де болады. Ақуыз биосинтезінің механизмі – молекулалық генетикадағы соңғы және ең маңызды сұрақтарының бірі ретінде анықталды [8].

Ақуыздың биосинтез үрдісіндегі тұымқуалаушылық ақпаратты тасымалдануы материалында келесідей логикалық түрде баяндалады: макромолекула синтезіндегі матрицалық қағидасы генді ДНҚ аймағы ретінде анықтау – ақуыздың бір тізбегінің синтезі үшін матрица ретінде қызмет атқаруы → ДНҚ-ның екі еселенуі → а-РНҚ-ның ДНҚ матрицасында пайда болуы → генетикалық код және оның қасиеттері → рибосомадағы ақуыздың синтезделуі.

Генетикалық ақпараттың іске асыру механизмдерін анықтаумен қатар геннің нәзікқұрылымы зерттелінеді. XX ғасырдың 60 – жылдары бірнеше маңызды элементтерден тұратын геннің белгілі бір ақуыздың синтезін кодтайтын ДНҚ молекуласының бөлігі екендігі анықталды. Ол кең реттеуші зонадан басталып, онтогенездің белгілі бір кезеңінде организмнің сол немесе өзге ұлпасындағы ген активтілігіне әсер етеді. Кейін берілген геннің транскрипциясына жауап беретін аймақ – промоторда орналасатындығы анықталды. Содан соң бірінші реттік құрылымына сәйкес ақуыз туралы ақпаратты өзінде қорытындылайтын геннің құрылымдық бөлігі мен геннің жұмысының аяқталғандығын арнайы үшөрім – терминатор көрсететіндігі дәлелденді [9].

Жоғары сынып оқушыларына осындай ақпаратты қабылдау қиынға соқпайды. Ол білім беретін мағына береді – мұнсыз геннің қазіргі заманға сай теориясын елестету мүмкін емес.

Геннің құрылымдық бөлігі - нуклеотидтертің үздіксіз бірізділігі реттілігін көрсетеді, ақуыз молекуласын коделейтін бөлігі алмасып отыратын коделейтін аймақтары экзоннан және коделемейтін интроннан тұрады.

Транскрипция үрдісінде алдымен генетикалық ақпарат көшіріліп, экзондар мен интрондар арнайы ферменттермен кесіледі де, құрылымдық геннің экзондарына сәйкес келетін а-РНҚ молекуласы (моноцистронды) сплайсинг процесінің нәтижесінде қалыптасады [10].

Молекулярлық генетиканың жаңа оқиғаларының беттері жоғары сынып оқушыларында ерекше қызығушылықты туғызады. Оқу материалын жүйелеген кезде геннің молекулалық теориясының негізгі ережелері қалыптасады:

- ген – ДНҚ-ның молекуласының аймағы, басқа гендерге қарағанда ол қатаң түрде белгіленген орынында ауыздықталған, ақуыздың бір тізбегін редупликациялауға және кодтауға қабілетті;

- редупликация, транскрипция, трансляция үрдістері арқылы генде кодталған тұқымқуалайтын ақпарат матрицалық қағида негізінде (нуклеотид пен генетикалық кодтың комплементарлы арақатынасы) іске асырылады;

- тұқымқуалаушылық ақпарат тек ДНҚ → РНҚ → ақуыз бағыты арқылы беріледі. Ақуыз ДНҚ мен РНҚ-ға матрица ретінде қызмет атқара алмайды;

- гендер тыныс белгілері – терминаторлармен шектелген Көптеген эукариоттардың гендері күрделі құрылымды болып, келесі элементтермен ұсынылады: реттеуші зона, промотор, құрылымды бөлігі;

- прокариоттардың гендері негізінен бірегей және үздіксіз. Эукариот гендері еселенген және экзон-интронды құрылымды болып келеді [11].

Геннің молекулалық теориясының негізгі ережелері оқылған материалды, негізгі идеялар мен ұғымдарды жалпылауға ғана емес, сондай-ақ, молекулярлық генетикадағы танымдық есептерді шешу үшін белгілі білімді қолдануға көмектеседі (мысалы, прокариот пен эукариот гендерінің құрылымындағы негізгі айырмашылығы неде? Қазіргі кездегі ген құрылым туралы көзқарас қандай? Тұқымқуалау ақпараты қандай бағытта жүзеге асады? Макромолекула синтезінің матрицалық қағидасы қандай заңдылықтарға негізделген?, т.б.).

Мутациялық теория. Осы теорияның негізін голландиялық ботаник және генетик Гуго де Фриз қалады. Теория дискретті тұқымқуалаушылықтың өзгергіштігіне, генетикалық материалдың өзгерісіне – гендер мен хромосомалар қағидасына негізделген. Оның негізгі ережелерін мутацияның түрлі типтерін сипаттар алдында дедуктивті түрде келесі формада құрастырған жөн:

- мутация – бұл генотиптің өзгерісі, түгел геномды, барлық хромосоманы және оның бөліктерін немесе бөлек гендерді қозғайды;

- мутация – сирек құбылыс;

- мутация кенеттен, бағытталмай, секірмелі түрде туындайды, жеке даралар түрлері бейімделуге қабілетсіз;

- мутация зиянды, нейтралды немесе пайдалы болуы мүкін;

• мутация организмнің жұмыс істеуі кезінде аса маңызды ақау болмаса, ұрпақтан ұрпаққа тұрақты түрде берілуі мүмкін;

Берілген ережелер мутация түрлерін, жасанды мутагенезді, Н.И.Вавиловтың тұқымқуалау өзгергіштігіндегі гомологиялық қатар заңын зерттеу барысында айқындалады. Жалпы биологияны оқыту барысында жоғары сыныптарда нүктелі (генді) мутацияны қарастырған кезде эукариоттардың гендерінің экзон-интронды құрылымы мен ақуыз биосинтезінің үрдісінде генетикалық ақпаратты іске асыру кезеңі туралы оқушылардың білімін жүйелеу қажет. Оқушылар еш қиындықсыз түрлі мутациялардың фенотиптік көрінісінің мүмкіндігі және оның эволюция үшін мәні берілген нуклеотидтер реті ретінде қабылдайды: экзонда пайда болған мутация белгілі бір ерекшелектерге ие болуы мүмкін, ал интрондағы немесе псевдогендегі мутация мутантты организмге әсер етпейді. Алайда, нуклеотидтің орналасуы немесе түсуімен байланысты мутациягенотиптің түгелдей функциялары мен құрылымының елеулі бұзылуына алып келеді. Мутациялық теория генетиканы эволюцияның қазіргі теориясымен байланыстырады. Себебі, геномның функциялары мен құрылымының өзгерісі – барлық эволюциялық түрленудің негізі [12].

Онтогенездің молекулалық негіздері. Ген туралы ұғымның дамуының келесі кезеңі – онтогенездің молекулярлық негізін, адам генетикасының заңдылықтары, гендік инженерияның– жаңа биотехнологияларды, селекцияның қолданбалы мәселелерін шешуді түсіну үшін генетика ережелерінің теоретикалық мәнінің ашылуы болып табылады [13].

Біздің ойымызша, жеке дамудың генетикалық негізін жалпы биологияны жоғарғы деңгейде оқытатын сыныптарда ғана емес, базалық деңгейде оқытын сыныптарда қарастыру маңызды деп есептейміз.

Оқушылардың зердесіне жасушалы ағзаның барлық диплоидты клеткаларында геннің бірдей жиынтығы болатындығын жеткізу керек. Себебі, олар бір ұрықтанған жасушадан (зиготадан) пайда болады. Бірақ әртүрлі ұлпаның клеткалары бір-бірінен құрылымы мен функциясы жақтарынан айтарлықтай ажыратылады; айырмашылықтарының себебі, детерминация мен дифференциалану үрдістерімен байланысты. Детерминация үрдісі кезінде геномның бастама-жасушасын қайта бағдарлау жүріп, нәтижесінде белсенді болып тек белгілі бір гендер қалады. Сөйтіп, олардан алынған ақпарат, ақуыз биосинтезінің үрдісі (сондықтан да, эритроциттерде гемоглобин, ал ұйқы безінен – инсулин пайда болады) кезінде іске асады.

XX ғасырдың 60-шы жылдары Б.Жакоб, А.Львов пен Ж.Моно бактериядағы ақуыз синтезінің механизмінің реттелуін ашты. Олар түгелдей ақуыздар мен гендердің жүйесінің әсерінен, онтогенездің әртүрлі кезеңдерінде бір гендер «қосылып», екіншілері «сөнетінін» көрсетті. Мысалы: ақуыздар-репрессорлар (а-РНҚ-ның синтезін бұғаттайды), гендер-реттеушілер (репрессорлардың синтезін бұғаттайды), гендер-операторлар (а-РНҚ синтезіндегі бұғаттауды босатады) және т.б. Эукариотты

организмдерде гендік активтілікті реттейтін, өзінің күрделі жүйелі әртүрлі арақатынастағы механизмдері болатындығы белгілі.

Жалпы онтогенездің негізгі генетикалық негізін ашу қорытындыға алып келу керек. Себебі, жеке даму – гендердің балансының нәтижесі. Осы баланстың бұзылуы түрлі мутация немесе даму жағдайының өзгеруі онтогенездің қалыпты қозғалысының бұзылуына алып келеді.

Онтогенездің генетикалық негіздерін зерттеу кезінде, даму үдерісіндегі гендердің көрініс беруінің заңдылықтарын нақтылайтын, гендердің өзара әрекеттесуі мен көптік әсер етуінің мысалдарын қарастыру қажет (Қолданыстағы оқулықтарда бұл ақпарат Т.Морган заңы мен жынысқа тіркескен белгілердің тұқым қуалауынан кейін беріледі).

Генетикалық теорияны зерттегеннен кейін, оқу материалдарының ашылуы генетика мен жеке дамуды байланыстыруға, белгінің көрінуіне генотиппен сыртқы орта жағдайларының әсер етуі туралы оқушылардың білімін тереңдетуге мүмкіндік береді (кез келген ген басқа гендерге әсер ететінін, ал белгінің қалыптастыруына көптеген гендер қатысатындығын көрсету керек). Тұтастай алғанда, онтогенездің генетикалық негіздерінің ашылуы, жеке дамудың-гендер балансының нәтижесі екендігі туралы тұжырымға әкелуі қажет.

Сонымен, жоғары келтірілген деректер, биологияның қорытынды курстарының ең негізгі тұрақты белгілерінің мазмұны мен құрылымы айтарлықтай өзгеріссіз оқулықтан оқулыққа көшетіндігін, олардың нақты жетілдіруді талап ететіндігін, атап айтқанда, ген туралы ұғымның дамуы барысында және мұның қазіргі заманғы генетиканың дамуы деңгейіне сай келуі мақсатында оқулық құрылымының қайта қаралуы қажеттігі туындайтыны туралы шешімге әкелетіндігін көрсетеді.

Әдебиеттер тізімі:

1. Назарбаев Н.Ә. Болашаққа бағдар: рухани жаңғыру / Егемен Қазақстан, 12 сәуір 2017ж.
2. Р.Г. Заяц, В.Э.Бутвиловский, И.В.Рачковская, В.В.Давыдова.Общая и медицинская генетика. Лекции и задачи/Серия «Учебники, учебные пособия» – Ростов-на-Дону: Феникс, 2002 г. – С.119-121. Издание второе.ISBN 5-222-02218-8
3. Пономорева И.Н. Общая методика обучения биологии / И.Н. Пономорева, В.П.Соломин, Г.Д.Сидельникова. – М., 2007. – С.180-182 .
4. Fogle, T., 2000, "The dissolution of protein coding genes in molecular biology", in P. Beurton, R. Falk, and H-J.Rheinberger, *The Concept of the Gene in Development and Evolution. Historical and Epistemological Perspectives*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 3-25.
5. Калинова, Г. С. Биологическое образование: состояние, проблемы, перспективы / Г. С. Калинова // Биология в школе. – 2013. – № 5. – С. 26 – 36.

6. Иманкулова С.К., Кенжебаева З.С., Шалабаев К.И. Роль генетического образования как ключевого звена подготовки специалистов биологов // *Фундаментальные исследования*. – 2012. – № 9-2. – С. 294-299;
7. Godfrey-Smith, P., 2000, "On the Theoretical Role of 'Genetic Coding'", *Philosophy of Science*, 67: 26-44.
8. Арбузова, Е. Н. Методика обучения биологии: учеб.пособие / Е. Н. Арбузова. – Омск: ОмГПУ, 2013. – С. 221-234.
9. Waters, C. K., 2004a, "What was Classical Genetics?", *Studies in History and Philosophy of Science*, 35: 783-809.
10. Никишов, А. И. Теория и методика обучения биологии / А. И. Никишов. – М.: КолосС, 2007. – С.77-81.
11. Соломин, В. П. Школьное биологическое образование: проблемы и пути их решения / В. П. Соломин, А. В. Марина, П. В. Станкевич. – СПб.: НИИ химии СПб ГУ, 2000. – С. 100-105
12. Курчанов, Н. А. Генетика человека с основами общей генетики / Н.А. Курчанов. - М.: СпецЛит, 2009. - С. 112-113.
13. Герд, А. Я. О методике преподавания описательных естественных наук / А. Я. Герд // *Учитель*. 1866. № 2-3. С. 50-56.

Аннотация.

В данной статье рассмотрено развитие понятие гена начиная с классической теории наследственности Г. Менделя, включая молекулярную теорию гена, его тонкую структуру, мутационную теорию и молекулярных основ онтогенеза.

Ключевые слова: Генетика, ген, экзон, интрон, ДНК, РНК, белок, мутация, онтогенез

Abstract

This article discusses the development of the concept of the gene since the classical theory of Mendel's heredity, including the molecular theory of the gene and its thin structure, mutation theory and molecular basis of ontogenesis.

Key words: Genetics, gene, exon, intron, DNA, RNA, protein, mutation, ontogenesis