

ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

С.С. Байшоланов

## **АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯ**

*Оқу құралы*

Алматы  
2008

ББК 40.2 я73

Б 17

*Баспаға әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті  
география факультетінің Ғылыми кеңесі ұсынған*

### **П і к і р ж а з ғ а н д а р :**

ҚазҰУ әлеуметтік және экономикалық география  
кафедрасының профессоры,  
география ғылымдарының докторы **Е. Ү. Жамалбеков**;  
«Қазгидромет» РМК бас директорының орынбасры,  
техника ғылымдарының кандидаты, доцент **П. Ж. Қожахметов**.

**Байшоланов С.С.**

Б 17 Агрометеорология: Оқу құралы. – Алматы: Camelot International, 2008. – 111 бет.

**ISBN 9965-791-95-3**

Оқу құралында агрометеорологиялық негізгі ұғымдардың, көрсеткіштер мен құбылыстардың теориялық түсініктемелері берілген.

Оқу құралы агрометеорология және агрономия саласында мамандар дайындайтын оқу орындарында қолдануға арналған.

**ББК 40.2 я73**

ISBN 9965-791-95-3

© Байшоланов С.С., 2008  
© Camelot International, 2008

## АЛҒЫ СӨЗ

Агрометеорология пәніне арналған бұл оқу құралында өсімдік жамылғысының радиациялық, жылулық және ылғалдық режимдерінің құрылуының негізгі теориялық түсініктемелері берілген. Биофизикалық процестердің агрометеорологиялық жағдайлармен байланысы түсіндіріліп, дақылдардың өсіп-дамуына Күн радиациясының, жылудың және ылғалдың әсері қарастырылған. Сонымен қатар жылы және салқын кезеңдердегі агрометеорологиялық қолайсыз құбылыстар талданған. Әр тарау соңында тексеру сұрақтары берілген.

Оқу құралы әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті география факультетінде жүргізілетін “Агрометеорология” пәнінің типтік және жұмыс бағдарламасына сәйкес жазылған.

Бұл оқу құралы агрометеорология саласында мамандар дайындайтын оқу орындарында дәрістік сабақтар жүргізуге арналады.

## КІРІСПЕ

### Агрометеорология пәні және оның шешетін мәселелері

Ауылшаруашылық дақылдары негізінен табиғи жағдайда өсіріледі. Сондықтан да олардың саны мен сапасы топырақтың құнарлығына, күн сәулесі, жылу мен ылғал мөлшеріне және де жер игеру мәдениеті деңгейіне бағынышты болады.

*Ауылшаруашылық метеорологиясы* – метеорологиялық, климаттық, гидрологиялық және топырақ жағдайларын ауылшаруашылық өндірісі процестерімен және объектілерімен байланыста зерттейтін ғылым. Ауылшаруашылық метеорологиясы қолданбалы ғылым болып табылады. Бұл кешенді ғылым құрамына келесі жеке ғылыми бөлімдер кіреді: агрометеорология, агроклиматология, агрогидрология және зоометеорология. Ауылшаруашылық объектісі – қоршаған орта жағдайында адам өсіретін ауылшаруашылық дақылдары (агрофитоценоз) мен жануарлары (зооценоз).

*Агрометеорология* – метеорологиялық және топырақ жағдайларын ауылшаруашылық дақылдарының және шабындық-жайылым өсімдіктерінің өсу, даму және өнімділігінің құрылу процестерімен, сонымен қатар агротехникалық шаралармен байланыста зерттейтін ғылым. Агрометеорология әртүрлі ғылымдар (метеорология, климатология, агрономия, өсімдік физиологиясы, топырақтану, география, экология және т.б.) түйісінде дамыған.

*Агроклиматология* – климаттық жағдайларды ауылшаруашылық өндірісі процестерімен және объектілерімен байланыста зерттейтін ғылым.

*Агрогидрология* – ауылшаруашылық алқаптары топырағының күйін, сулы-физикалық қасиеттерін және су режимін метеорологиялық жағдайлармен, ауылшаруашылық өндірісі процестерімен және объектілерімен байланыста зерттейтін ғылым.

*Зоометеорология* – метеорологиялық және климаттық жағдайлардың ауылшаруашылық жануарларына әсерін зерттейтін ғылым.

Ауылшаруашылық метеорологиясының ғылыми жетістіктеріне сүйеніп құрылған, өз алдына жеке пәндер де бар: агрометеорологиялық болжамдар, агрометеорологиялық өлшеулер.

**Агрометеорологиялық болжамдар** – ауылшаруашылық өндірісі объектілері мен процестеріне әсер ететін агрометеорологиялық жағдайлардың уақыт бойынша өзгеруін және кеңістік бойынша таралуын зерттейтін, ол әсерлерді болжау әдістерін жасайтын ғылыми пән. Мысалы, агрометеорологиялық жағдайлар, агротехникалық шаралар, дақылдардың даму фазалары мен өнімділігі, т.б. болжанады.

**Агрометеорологиялық өлшеулер** – ауылшаруашылық объектілерінің күйін және өмір сүру ортасы сипаттамаларын өлшеу тәсілдері мен аспаптарын оқытады.

Ауылшаруашылық өндірісін әртүрлі агрометеорологиялық ақпараттармен қамтамасыздау үшін көптеген мәселелер шешіледі. Агрометеорологияның маңызды мәселелері:

1) ауылшаруашылық өндірісі процестері мен объектілеріне ауа-райы мен климаттың кеңістіктік-уақыттық әсер ету заңдылықтарын зерттеу;

2) ауылшаруашылық өндірісінің гидрометеорологиялық жағдайларының құрылу заңдылықтарын зерттеу;

3) гидрометеорологиялық факторлардың топырақ күйіне, агрофитоценоздың өсіп-өнуіне, өнімділігінің құрылуына және дақылдар аурулары мен зиянкестерінің дамып таралуына әсерін сандық және сапалық бағалау әдістерін жасау;

4) агрометеорологиялық болжамдар әдістерін жасау және ауыл шаруашылығын агрометеорологиялық қамтамасыздауды жетілдіру;

5) ауыл шаруашылығына қолайсыз және қауіпті гидрометеорологиялық құбылыстарды бағалау және болжау әдістерін, сонымен қатар ол құбылыстарға белсенді әсер ету әдістерін жасау;

6) агрометеорологиялық бақылау түрлерін жетілдіру және кешенді агрометеорологиялық мониторинг құру;

7) ауылшаруашылық дақылдарының жаңа сұрыптарын агроклиматтық аудандастыру, табиғат ресурстарын ұтымды пайдалану әдістерін агроклиматтық негіздеу;

8) ауылшаруашылық өндірісіне жаһандық климаттың өзгеруінің әсерін зерттеу.

### **Агрометеорологиялық зерттеулер әдістері**

Негізгі агрометеорологиялық зерттеу әдістеріне жатады:

1. *Параллельді бақылау әдісі.* Өсімдіктердің өсуін, дамуын, өнімділігінің құрылуын және метеорологиялық жағдайларды бірге параллельді бақылау. Бұл әдіс арқылы алқаптық және зертханалық бақылаулар мәліметтері бойынша ауа-райы мен өсімдік арасындағы сандық және сапалық байланыстар анықталады, өсімдікке қажетті негізгі факторлар анықталады, ол факторлардың критикалық мәндері анықталады.

2. *Жиілеп себу мерзімдер әдісі.* Өсімдіктің өсіп, дамуы заңдылықтарын анықтау үшін көпжылдық бақылау мәліметтері қажет. Бұл әдіс зерттеу кезеңін қысқару үшін қолданылады. Дақыл көктемнен күзге дейін әр 5-10 күн сайын бір егіс алқабында себіледі. Сонда ол әртүрлі жылу, ылғал және жарық жағдайында дамиды. Нәтижесінде өсімдіктің әртүрлі жағдайға реакциясы туралы мол мәліметтер жиналады.

3. *Географиялық егістер әдісі.* Дақыл мемлекеттің әртүрлі топырақтық-климаттық аймақтарында өсіріледі. Бұл әдісте бірдей себілетін материал, бірдей агротехникалық тәсілдер мен бақылау әдістері қолданылады. Топырақтық-климаттық жағдайлар әртүрлі болатындықтан өсімдіктің өсуі мен өнімділігі де әртүрлі болады. Бұл әдіс бойынша да құнды мәліметтер жиналады және дақылға қолайлы ауданды анықтауға болады.

4. *Эксперименттік-алқаптық әдіс.* Әртүрлі стационарлы және жылжымалы жасанды климат камералары (фитотрондар), теплицалар, газометрикалық экологиялық камералар, т.б. қолданылады. Оларда жарық, жылу, ылғал, топырақ және газ құрамының өзгеруіне өсімдіктің реакциясы анықталады.

5. *Қашықтықтан анықтау әдісі.* Төселме беткей (топырақ, өсімдік жамылғысы) параметрлері, яғни температура, ылғалдылық, өсімдік фенологиясы, биомасса, т.б. ұшаққа, жер серігіне, жер транспортына орнатылған арнайы аспаптармен (фотометрлер) анықталады. Бұл әдіспен өте үлкен территория бойынша мәліметтер жылдам жиналады.

6. *Картографиялық әдіс*. Ауылшаруашылық дақылдарын ұтымды орналастыру мақсатында агроклиматтық ресурстарды бағалау үшін, территорияның климаттық ерекшеліктерін анықтау үшін әртүрлі карталар мен атластар қолданылады.

7. *Математикалық статистика әдісі*. Өсімдіктің өсіп-дамуының және өнімділігінің құрылуының агрометеорологиялық жағдайлармен сандық байланысын (байланыс заңдылығын) сенімді түрде анықтау үшін қолданылады.

8. *Физико-математикалық моделдеу әдісі*. Анықталған физикалық заңдылықтар мен математикалық аппарат көмегімен комплексті агрометеорологиялық жағдайлардың өсімдіктің өсіп-дамуына және өнімділігінің құрылуына әсері бейнеленеді, сонымен қатар топырақ-өсімдік-атмосфера жүйесіндегі жылу алмасу, су алмасу, энергия және зат алмасу процестері моделдері жасалады.

### **Агрометеорологияда қолданылатын биологиялық және экологиялық заңдар**

Жоғарыда келтірілген агрометеорологиялық зерттеу әдістері келесі негізгі биологиялық және экологиялық заңдарға сүйенеді:

1. *Негізгі өмірлік факторлардың теңмаңыздылық заңы*. Өсімдік жарық, жылу, су, ауа және қоректік заттар арқасында өсіп дамиды. Олардың маңыздылығы бірдей, олардың бәрі де қажет. Олардың біреуін алып тастауға болмайды немесе бірін екіншісі алмастыра алмайды.

2. *Факторларының әртүрлі бағалылық заңы*. Өсімдікке әсері бойынша қоршаған орта факторлары негізгі және қосалқы болып бөлінеді. Негізгі факторлар: жарық, жылу, су, ауа және қоректік заттар. Қосалқы факторлар: жел, бұлттылық, төселме беткей сипаты және т.б. Негізгі факторлар өсімдікке тікелей және қарқынды әсер етеді, ал қосалқы факторлар негізгі факторлардың әсерін өзгертеді (күшейтеді не әлсіретеді). Мысалы, бұлттылық күн радиациясының қарқындылығын әлсіретеді, жел булану мен өсімдік транспирациясын күшейтеді.

3. *Минимум (лимиттеуші фактор) заңы*. Басқа жағдайлар жеткілікті болған кезде өсімдіктің күйі және өнімділігі

жетіспейтін, яғни минимумда тұрған фактормен анықталады. Мысалы, Қазақстанда лимиттеуші фактор су, Батыс Сібірде жылу болып табылады.

4. *Оптимум (факторлардың біріккен әсері) заңы.* Бұл заң бойынша өсімдіктің максимальді өнімділігі негізгі және қосалқы факторлардың сан мәндері оптимальді сәйкестенгенде және агротехника сапасы жоғары болғанда құрылады.

5. *Максимум заңы.* Бұл заң бойынша экологиялық параметрлердің мәндері өскен кезде өсімдіктің өнімділігі оның биологиялық қасиетімен бекітілген заттық-энергетикалық лимиттен аса алмайды.

6. *Даму фазаларын кезекпен өту заңы.* Өсімдіктердің даму фазалары эволюциялы бекітілген тәртіппен ғана, қарапайымнан күрделіге қарай жүреді. Өтпелі даму этаптары жылдам өтуі мүмкін, бірақ оларсыз әрі қарай өсу болмайды.

7. *Критикалық кезеңдер заңы.* Өсімдік өмірінің жеке кезеңдерінде негізгі факторлардың белгілі сандық мәндеріне өте сезімтал келеді. Мысалы, температура деңгейіне, топырақтағы су мөлшеріне, жарыққа және т.б.

8. *Фотопериодтық реакция (физиологиялық сағаттар) заңы.* Күндіз бен түннің ұзақтығына байланысты, яғни жарық ұзақтығына сезімтал болғандықтан өсімдіктің даму процесі қарқынды немесе баяу жүреді.

9. *Дақылдарды алмастырып егу заңы (ауыспалы егіс).* Жоғары өнім алу үшін дақылдарды кеңістік пен уақыт бойынша алмастырып отыру керек. Бір алқапта жыл сайын бір дақылды еге беруге болмайды, жердің құнарлығы төмендейді, дақылдың өнімділігі азаяды. Белгілі жыл сайын дақыл түрін өзгертіп отыру қажет.

## **Агрометеорологияның қысқаша даму тарихы**

Климат пен ауа-райының ауыл шаруашылығында алатын орны туралы алғашқы ғылыми тұжырымдар XVIII-XIX ғасырларда, атмосфералық процестер мен құбылыстарға аспаптық бақылаулар жүргізіле бастағанда орнықты.

Ауа-райы күйінің және оны болжаудың жер игерудегі маңыздылығын алғаш орыс ғалымы М.В.Ломоносов айтқан



(1758 ж.). Ауылшаруашылық метеорологиясы ғылым ретінде XIX ғасырдың аяғында ғана танылды. Оның негізін қалаушылар орыс ғалымдары А.И.Воейков (1842-1916 жж.) пен П.И.Броунов (1852-1927 жж.) болды. А.И.Воейков климат туралы білімді ауыл шаруашылығында қолдануға болатынын бірінші болып дәлелдеген. Ол Ресейдің агроклиматтық ресурстарын анықтады, жүгері, шәй, мақта және цитрустық дақылдарды өсіруді агроклиматтық тұрғыда негіздеді. 1885 жылы А.И.Воейков Ресейде алғашқы 12 агрометеорологиялық станция ұйымдастырып, бақылау бағдарламасын жасады. Сондықтан да Ресей ауылшаруашылық метеорологиясының отаны болып саналады.

П.И.Броуновтың бастамасымен 1897 жылы алғашқы агрометеорологиялық ғылыми мекеме – Ресейдің жер игеру департаментінде Метеорологиялық бюро құрылды. Бюро 1901 жылдан бастап «Ауылшаруашылық метеорологиясы бойынша еңбектер» ғылыми басылымын шығара бастады. 1912 жылы П.И.Броуновтың «Алқаптық дақылдар және ауа-райы» монографиясы жарық көрді.

1913 жылы Рим қаласында Халықаралық метеорологиялық ұйымның X- сессиясында «Ауылшаруашылық метеорологиясы бойынша Комиссия» құрылды.

1921 жылы ССРО-да мемлекеттік тұрғыда ауылшаруашылық метеорологиясы қызметі құрылды, 1922 жылы метеорологиялық станциялар торабы мәліметтері бойынша алғашқы «Ауылшаруашылық бюллетені №1» жарық көрді. 1932 жылы П.И.Броуновтың ұсынысы бойынша Ленинград қаласында осы саладағы барлық ғылыми жұмыстарды біріктіретін Агрогидрометеорологиялық институт ашылды. 1934 жылы Саратов қаласында Қуаңшылық және аңызак институты құрылды. Бұл институттарда кең бағдарламамен әртүрлі агрометеорологиялық зерттеулер жүргізілді. 1936 жылы академик Р.Э.Дэвид және оның әріптестері алғашқы «Ауылшаруашылық метеорологиясы» оқулығын шығарды.

Агрометеорологиялық қызмет 1948 жылы Гидрометеорологиялық қызмет бас басқармасы құрамына енді. Сол жылы Одесса гидрометеорологиялық институтында агрометеорологиялық бөлім ашылып, ол кейін факультетке айналды.

1950-1970 жылдары Қазақстанда (Алматы), Орта Азияда (Ташкент), Украинада (Киев), Закавказьеде (Тбилиси), Батыс Сібірде (Новосибирск) және Қиыр Шығыста (Владивосток) гидрометеорологиялық ғылыми-зерттеу институттары ашылып, оларда агрометеорологиялық зерттеулер бөлімі құрылды.

1977 жылы Обнинск қаласында Бүкілодақтық ауылшаруашылық метеорологиясының ғылыми-зерттеу институты (ВНИИСХМ) құрылды. Оның алғашқы басшысы профессор И.Г.Грингоф болды. Онда ауданы 3600 км<sup>2</sup> жерді алып жатқан агрометеорологиялық полигон ұйымдастырылды (Калуга облысында). Полигонда ауылшаруашылық дақылдары мен ауарайы күйі туралы әртүрлі мәліметтер жинайтын 60 агрометеорологиялық бекеттер жұмыс істеді. Ол институт мемлекеттің ауылшаруашылық метеорологиясы ғылымы бойынша бас ғылыми-әдістемелік орталығы функциясын атқарды.

Қазақстанда агрометеорологиялық қызметті РМК «Қазгидромет» Агрометеорология орталығы атқарады. Қазіргі кезеңде республика территориясында 186 станция мен бекеттер агрометеорологиялық бақылаулар жүргізеді. Агрометеорология орталығы Қазақстанның агроөнеркәсіп кешенін әртүрлі агрометеорологиялық болжамдар, анықтамалар, нұсқамалар, шолулар және бюллетендермен қамтамасыздайды.

### **Агроэкологиялық жүйе туралы түсінік**

XIX ғасырдың басында Жер бетіндегі тірі организмдер аймағын ғалымдар биосфера деп атаған. Ол атмосфераның төменгі бөлігін, бүкіл гидросфераны және литосфераның жоғарғы бөлігін алып жатыр. Бұл жаһандық экологиялық жүйе аймағында тірі организмдердің (биотикалық компоненттер), оларды қоршаған абиотикалық компоненттермен, тірі емес заттармен әрекетті байланысы жүреді. Жердегі тірі заттардың әртүрлі формаларының ұзақ уақыттық тарихи даму процесінде, өмір үшін күресте табиғи іріктелу нәтижесінде, табиғи жағдайға бейімделген тірі организмдер қауымдастығы құрылды.

Бірігіп, өзара тығыз байланыста жатқан тірі организмдердің табиғи қауымдастығы мен олардың өмір сүру ортасы *экологиялық жүйе* болып табылады. Экожүйе - өмір сүруге,

заттар мен энергияны жинақтап және бірнеше қайтара қолдануға бейімделген, өзін өзі басқаратын, ұдайы өзгерісте болатын қоршаған ортамен динамикалық теңдікте болатын, түрлі тірі организмдердің күрделі де салыстырмалы тұрақты бірлестігі.

Экожүйенің әртүрлі деңгейлері ажыратылады: микроэкожүйе (бір тал, аквариум), мезоэкожүйе (орман, көл), макроэкожүйе (континент, мұхит) және жаһандық экожүйе (бүкіл биосфера). Экожүйенің маңызды қасиеті: бұзылғаннан кейін қалпына келу мүмкіндігі, яғни экологиялық теңдікті ұстап тұруы. Бірақ антропогендік өте үлкен жүктелім табиғи экожүйенің бұзылуына әкеледі.

Адамзат шаруашылық әрекетімен табиғи экологиялық жүйені бұзып, оның орнына жасанды экологиялық жүйе – агроэкожүйе құруда. *Агроэкологиялық жүйе* – мәдени өсімдіктер өсетін ауылшаруашылық алқабының экологиялық жүйесі, онда басқа да өсімдіктер мен жәндіктер өмір сүреді, энергия мен заттардың физикалық және биогеохимиялық трансформациясы жүреді.

Толық бейімделу мен өзін өзі басқару қасиеті бар табиғи экологиялық жүйеге қарағанда, агроэкожүйеде көптеген кері байланыстар үзілген, тұрақтылығы бұзылған. Агроэкожүйенің фитоценозы өздігінен өсе алмайды, ол үшін антропогендік әрекет қажет. Бірақ, адамның әрекеті арқасында оның өнімділігі біршама жоғары болады. Сонымен агроэкожүйе дегеніміз егіс алқабы, бақ, бау-бақша және с.с.

Агроэкожүйе биотикалық қауымдастықтан және өмір сүру ортасын құрайтын абиотикалық компоненттерден тұрады.

Өсімдік қауымдастығы екі ортада өседі: литосфераның жоғарғы қабаты (топырақ) мен атмосфераның жерге жақын қабаты. Өсімдіктің тамыр жүйесі белгілі физикалық және химиялық қасиеттері бар (тығыздығы, қуыстығы, механикалық құрамы, қарашірік және минералды тұздар мөлшері және т.б.) топырақпен әрекеттеседі. Атмосфера мен өсімдік жамылғысы әсерімен топырақ қабатында жылу, ылғалдық және ауа режимдері қалыптасады. Атмосферамен әрекеттескенде өсімдік жамылғысында күн радиациясы таралады, жылу, ылғалдық және ауа ағыны режимдері орнығады. Өсімдік қабаты да сыртқы орта қасиеттерін біршама өзгертеді.

Өсімдік сыртқы ортадан келетін органикалық емес қосындылардан көміртегі және химиялық энергияға бай басқа да органикалық заттар түзеді. Энергия мен заттардың келуі өсімдік пен сыртқы ортаның шекарасында жүретін «шеттік процестер» арқылы келеді. Осылайша фотосинтез процесі жапырақтар мен сабақтарда өсімдік пен атмосфера шекарасында жүреді, ал су мен минералдық заттардың келуі тамыр жүйесі мен топырақ шекарасында жүреді.

Өмір сүру ортасы мен өсімдік арасында энергия және зат алмасу процестері өсімдіктің тамыр жүйесі мен жер беті органдарында бір мезетте жүреді, олар функциональді біріккен. Олардың арасындағы байланысты өсімдік ішінде жүретін күрделі тасымалдау процестері атқарады (көміртегі және су алмасу, минералдық заттар алмасуы).

### **Агрометеорологиялық факторлар мен көрсеткіштер**

**Агрометеорологиялық факторлар.** Агрометеорологиялық факторлар негізгі және қосымша болып екігі бөлінеді. Өсімдіктің өмірлік негізгі факторлары жарық, жылу, ауа, су және қоректік заттар болып табылады. Ол факторлардың маңыздылығы бірдей, яғни олардың бірі болмаса өсімдік өспейді. Қосымша факторларға бұлттылық, жел, т.б. жатады.

Ауа барлық организмдер үшін өмір негізі. Ауа көптеген газдардан тұрады. Соның ішінде өсімдік үшін оттегінің, көмірқышқыл газының және азоттың маңызы зор.

Оттегі ( $O_2$ ) өсімдікке дем алу үшін қажет. Дем алу күрделі тотығу процесі болып табылады. Дем алу процесінде өсімдікте жинақталған қоректік заттар тотығып оның организміндегі барлық өмірлік процестер үшін энергия пайда болады.

Көмірқышқыл газы ( $CO_2$ ) өсімдікке фотосинтез процесінде органикалық заттар түзу үшін қажет. Өсімдіктің құрғақ затының 45-50% көміртегінен тұрады.

Азот ( $N_2$ ) өсімдікке қоректік элемент ретінде қажет. Олсыз ақуыз заттары түзілмейді, яғни тірі клетканың протоплазмасы құрылмайды.

Жарық энергия көзі. Жарықтың өсімдік өміріндегі мәнін бағалағанда оның үш аспектісі қаралады:

- спектрлік құрамының әсері;
- қарқындылығының әсері;
- ұзақтығының әсері.

Барлық маңызды физиологиялық процестер (дәннің өнуі, фотосинтез, пигменттердің түзілуі, фотопериодизм, т.б.) негізінен күн радиациясы спектрінің көрінетін (жарық) бөлігімен (0,38-0,71 мкм) анықталады. Жарық ұзақтығына байланысты өсімдіктер ұзақ күндік, қысқа күндік және нейтральді болып бөлінеді.

Жылу. Ауа және топырақ температурасы өсімдіктің өмірлік процестеріне әсер жасайды, өсімдіктің даму қарқындылығын және вегетация кезеңінің ұзақтығын анықтайды. Температура жоғары болған сайын (белгілі деңгейге дейін) өсімдік организмінде биофизикалық және биохимиялық реакциялар жылдам жүреді. Сонымен қатар өсімдікке температураның тәуліктік тербеліс амплитудасы да әсер етеді. Оның оптимальді өсіп, дамуы үшін күндізгі және түнгі температураның белгілі сәйкестігі қажет. Өсімдіктің күндізгі және түнгі температура тербелісіне реакциясын өсімдік термопериодизмі деп атайды.

Су. Өсімдіктің өсуі мен өнімділігінің мөлшері су қорына өте бағынышты. Жеткіліксіз және артық ылғалдық өсімдікке кері әсер жасайды. Ондай екі жағдайда да өсімдік басқа факторларды толық пайдалана алмайды. Аз су мөлшері жағдайында өсімдік жылу ресурсының сумен қамтамасыздалған бөлігін ғана пайдаланады.

Минералдық қоректік заттар. Өсімдікке қалыпты өсу, даму үшін әртүрлі минералдық тұздар қажет. Минералдық қоректік заттарға макроэлементтер: азот, фосфор, калий, күкірт, кальций, магний; микроэлементтер: темір, бор, мыс, қалайы, молибден, марганец, кобальт және т.б. жатады. Өсімдік минералдық қоректік заттарды иондар түрінде сіңіреді.

Агрометеорологиялық көрсеткіштер. Ауылшаруашылық дақылдарының өсу, даму және өнімділігінің құрылуының ауа-райы және климат элементтерімен кеңістіктік-уақыттық байланысын сипаттайтын көрсеткіштер агрометеорологиялық және агроклиматтық көрсеткіштер деп аталады. Ол көрсеткіштер келесі талаптарды қанағаттандыруы тиіс:

- 1) интегралды болу – климаттық, биологиялық және т.б. элементтердің біріккен әсерін сипаттау;
- 2) биологиялық және физикалық мағынасы болу;
- 3) қолданыста салыстырмалы түрде қарапайым болу;
- 4) сандық есептеулер жүргізуге қолайлы болу.

Агрометеорологиялық көрсеткіштер негізгі, қосымша және аймақтық болып бөлінеді. Аймақтық көрсеткіштер - белгілі жердің ерекшелігіне байланысты тек өзіне тән көрсеткіштер. Бұл барлық агрометеорологиялық көрсеткіштер өз кезегінде негізгі төрт бөлімге жіктеледі:

- 1) жылумен және жарықпен қамтамасыздық;
- 2) сумен қамтамасыздық;
- 3) қыстап шығу жағдайлары;
- 4) бонитет немесе барлық жағдайлар комплексін жалпы бағалау.

Жылу ресурсы көрсеткіштері. Территорияның жылу ресурстарының интегральді көрсеткіші ретінде белсенді және нәтижелі температуралар жинағы қолданылады. Белсенді температуралар жинағы ( $\sum t_{\sigma}$ ) – берілген дақылдың биологиялық минимальді температурасынан жоғары кезең ішіндегі орташа тәуліктік температуралар жинағы. Нәтижелі температуралар жинағы ( $\sum t_n$ ) – берілген дақылдың биологиялық минимальді температурасынан жоғары кезең ішіндегі, биологиялық минимум мәніне азайтылған орташа тәуліктік температуралар жинағы. Өсімдіктің биологиялық минимальді температурасы (биологиялық минимум) дегеніміз, оның вегетациясы (өсіп, дамуы) басталатын температура мәні. Мысалы бидайдың биологиялық минимумы плюс 5<sup>0</sup>С тең.

Негізінде, белсенді температуралар жинағы жылу ресурсын сипаттағанда, нәтижелі температуралар жинағы дақылдың жылуды қажетсінуін сипаттағанда қолданылады. Мысалы бидайға шығу – 3-ші сабақ даму фазалары аралығын өту үшін 64<sup>0</sup>С нәтижелі температуралар жинағы қажет. Бірақ, бұл жерде жоғарғы балластты температура ескерілуі тиіс. Балластты температура - өсімдіктің дамуын тежейтін өте жоғары температура.

Топырақтың жылу ресурстарын сипаттау үшін әртүрлі тереңдіктегі (3, 10, 20, 25 см) теріс немесе оң таңбалы температуралар жинағы қолданылады.

Жарық ресурсы көрсеткіштері. Жарық ресурстарын әртүрлі көрсеткіштермен сипаттауға болады:

- физиологиялық белсенді радиация (ФБР) жинағы;
- температура жинағының күндіз ұзақтығына көбейтіндісі ретінде берілетін Жеслиннің гелиотермикалық көрсеткіші;
- Ф.Ф.Давитаяның комплексті фототермикалық индексі:

$$FT = \sum_{D_6}^{D_c} [c(t_a + \Delta t_{o-a} - t_6)]L, \quad (1)$$

мұнда:  $D_6$  және  $D_c$  – даму фазасының басы және соңы даталары;  $c$  – күндізгі максималды және тежеуші температуралардың әсерін ескеретін коэффициент;  $t_a$  – орташа тәуліктік ауа температурасы;  $t_{o-a}$  – өсімдік пен ауа температураларының айырмасы;  $t_6$  – өсімдіктің биологиялық минималды температурасы;  $L$  – күндіз ұзақтығының әсерін ескеретін көбейтінді.

Ылғалдық көрсеткіштері. Олар тура және жанама көрсеткіштер болып бөлінеді. Өсімдіктің сумен қамтамасыздығының тура көрсеткіші болып топырақтағы (0-20 см, 0-100 см.) өнімді су қоры табылады. Өнімді су қоры агрометеорологияда миллиметрмен (мм.) есептеледі. Сонымен қатар белгілі кезең аралығындағы жауын жинағы да қолданылады (вегетация кезеңіндегі, мм.).

Жанама көрсеткіштер:

Г.Т.Селяниновтың гидротермикалық коэффициенті:

$$ГТК = \frac{\sum R}{0,1 \sum t_6}, \quad (2)$$

мұнда:  $\sum R$  - вегетация кезеңіндегі жауын жинағы,  $\sum t_6$  - белсенді температуралар жинағы ( $10^{\circ}\text{C}$ -дан жоғары кезеңдегі).

П.И.Колосковтың ылғалдану көрсеткіші:

$$V = k \frac{\sum R}{\sum (E - e)}, \quad (3)$$

мұнда:  $k$  – пропорционалдық коэффициент,  $\sum R$  - жылдық жауын жинағы,  $E$  - төселме беткей температурасымен есептелген су буының қанығу қысымы (орташа айлық мәндерінің жылдық жинағы),  $e$  – су буының парциалды қысымы (орташа айлық мәндерінің жылдық жинағы).

Д.И.Шашконың атмосфералық ылғалдану көрсеткіші:

$$Md = \frac{\sum R}{\sum d}, \quad (4)$$

мұнда:  $\sum R$  - жылдық жауын жинағы,  $\sum d$  - ауа ылғалдылығы тапшылығының жылдық жинағы.

А.П.Сляднев пен В.А.Сенниковтың ылғалдану көрсеткіші:

$$K_y = \frac{W_k + \sum R}{\sum E_0}, \quad (5)$$

мұнда:  $W_k$  – көктемгі топырақтағы су қоры,  $\sum R$  - вегетация кезеңіндегі жауын жинағы,  $\sum E_0$  - вегетация кезеңіндегі буланушылық жинағы.

Д.А.Бринкен және С.А.Сапожникованың ылғалдану көрсеткіші:

$$K_y = \frac{0,5 \sum B + \sum R}{0,18 \sum t_5}, \quad (6)$$

мұнда:  $\sum B$  – қыс-көктем жауын жинағы,  $\sum R$  - вегетация кезеңіндегі жауын жинағы,  $\sum t_5$  - белсенді температуралар жинағы ( $10^{\circ}\text{C}$ -дан жоғары кезеңдегі).

Қыстап шығу жағдайы көрсеткіштері:

- 1) ауа температурасының (2 м.) абсолютті минимумы;



- 2) өсімдіктің бұтақтану түйіні орналасқан топырақ тереңдігіндегі (3 см.) және 20 см. (жеміс ағаштары үшін) тереңдіктегі абсолютті минимальді температура;
- 3) ауа мен топырақтың  $0^0$ , минус  $5^0$ , минус  $10^0$ , минус  $15^0$ С-дан төмен температуралар жинағы;
- 4) ең салқын айдың орташа ауа температурасы.

Климат өнімділігінің (бонитет) комплексті сипаттамасы ретінде С.А.Сапожникова мен Д.И.Шашконың П көрсеткіші қолданылады:

$$П = \frac{У}{0,1 \sum t_{\geq 10}} \quad (7)$$

мұнда: У – дақылдың орташа өнімділігі (ц/га),  $\sum t_{\geq 10}$  -  $10^0$ С-дан жоғары орташа тәуліктік температуралар жинағы. П 0-1 аралығында өзгереді, неғұрлым 1-ге жақын болса соғұрлым климат қолайлы болады.

### **БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ**

1. Ауылшаруашылық метеорологиясы немен айналысады, зерттеу объектісі не?
2. Ауылшаруашылық метеорологиясы қандай пәндерден тұрады?
3. Агрометеорологияның шешетін маңызды мәселелерін ата.
4. Агрометеорологияның зерттеу әдістерін ата.
5. Жиілеп себу мерзімдері әдісі не үшін қолданылады?
6. Агрометеорологияда қолданылатын заңдылықтарды ата.
7. Минимум заңының мағынасын түсіндір.
8. Критикалық кезеңдер заңының мағынасы қандай?
9. Ауыспалы егіс неліктен қоланылуы тиіс?
10. Агрометеорологияның негізін қалағандар кімдер?
11. Агроэкожүйе деген не, оның экожүйеден айырмашылығы неде?
12. Негізгі агрометеорологиялық факторларды ата.
13. Оттегі мен көмірқышқыл газдары өсімдіктерге не үшін қажет?
14. Агрометеорологиялық көрсеткіштер деген не?
15. Агрометеорологиялық көрсеткіштер қандай талаптарға жауап беруі тиіс?
16. Жылу ресурстары көрсеткіштерін ата.
17. Жарық ресурстары көрсеткіштерін ата.
18. Ылғалдық ресурстарының тура және жанама көрсеткіштерін ата.

# 1. ӨСІМДІКТЕРДІҢ ДАМУЫНЫҢ НЕГІЗГІ БИОЛОГИЯЛЫҚ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫ

## 1.1 Өсімдік онтогенезінің жалпы сипаттамасы

Онтогенез деп өсімдіктің бүкіл өмірлік циклі, яғни ұрықтану бүршігінің пайда болуынан немесе дәннің ісініп өнуінен бастап өсімдік организмінің табиғи түрде өлуіне (сарғайып қурауы) дейінгі кезең түсініледі.

Жоғарғы сатыдағы өсімдіктердің басым бөлігінің онтогенезі екі негізгі кезеңнен тұрады: вегетативті және генеративті. Вегетативті кезеңде қоректену, дем алу, сумен қамтамасыздау, заттардың синтезі мен организмде қозғалуы сияқты маңызды функцияларды атқаратын өсімдіктің вегетативті органдары – тамыры, бұтағы және жапырақтары пайда болады. Келесі генеративті кезеңде гүлшанақ, гүл, жеміс және дән сияқты генеративті (көбею) органдары дамиды. Бірақ өсімдіктің өмірлік циклін бұлайша екіге бөлу шартты түрде болып табылады. Себебі өсімдіктің барлық органдарының құрылуы және дамуы өзара тығыз байланыста болады.

Көптеген өсімдіктердің өмірлік циклінде «тыныштық» кезеңі де болады, яғни вегетацияға қолайсыз жағдай орныққанда (төменгі температура, қуаңшылық, т.б.) барлық биологиялық процестері өте баяу жүреді. Тыныштық кезеңінің ұзақтығы бір аптадан бірнеше айға дейін созылуы мүмкін.

Өмірлік циклінің жалпы ұзақтығына байланысты барлық жоғары сатыдағы өсімдіктер біржылдық, екіжылдық және көпжылдық болып бөлінеді.

Біржылдық өсімдіктерге жатады:

а) эфемерлер – онтогенезі көктемгі бірнеше ай құрайтын шөл және шөлейт өсімдіктері. Олар қысқы және көктемгі жауынды пайдаланып өседі;

б) біржылдық жаздық өсімдіктер, вегетациясы көктемде басталып жазда немесе күзде аяқталады;

в) біржылдық күздік өсімдіктер, вегетациясы күзде басталып келесі жылдың жазында немесе күзінде аяқталады.

Екіжылдық өсімдіктердің көбінде бірінші жылы вегетативті органдары, екінші жылы генеративті органдары дамиды.

Көпжылдық өсімдіктердің онтогенез ұзақтығы әртүрлі болады: бірнеше айдан (эфмероидтар) жүздеген (емен, қарағай) және мыңдаған жылдарға (секвойя, мамонт ағашы, кипарис) дейін. Эфмероидтар – шөл-шөлейттер мен далалы жерлерде өсетін шөпті өсімдіктер. Олар жазғы қолайсыз аптап ыстықтан кейін күзде вегетациясын қайта жалғастыра алады. Алма, алмұрт, шиө ағаштары 100-400 жыл, қарағай, терек және грек жаңғақ ағашы 300-600 жыл, емен, жөке, шырша, сібір бал қарағайы 1000 жыл шамасында, каштан 2000 жылға дейін, кипарис, ливан бал қарағайы және тисс 3000 жылға дейін, секвойя 5000 жылға дейін өмір сүреді.

Сонымен қатар өсімдіктер үлкен екі бөлімге ажыратылады: бір рет жеміс беретіндер – монокарпиктер және көп рет жеміс беретіндер – поликарпиктер.

Монокарпиктерге біржылдық өсімдіктер (эфмерлер, жаздық және күздік дәнді дақылдар), екіжылдық өсімдіктердің көпшілігі және кейбір көпжылдық өсімдіктер (бамбук пен палманың кейбір түрлері, мексика агавасы) жатады.

## **1.2 Өсімдіктердің фенологиялық даму фазалары**

Даму процесінде өсімдіктің сыртқы пішіні өзгереді: сабақтар мен жапырақтар саны артады, биіктігі өседі, гүлдейді және жемістері пайда болады. Оларды фенологиялық даму фазаларымен белгілейді. Әр фенологиялық даму фазасы өсімдіктің сыртқы морфологиялық белгісінің немесе жаңа органының пайда болуымен сипатталады.

Фенолог ғалымдар (А.И.Руденко, А.А.ШигOLEV және т.б.) мәдени дақылдардың фенологиялық фазаларын анықтау әдістемесін жасаған.

Дәнді дақылдарда (бидай, сұлы, күріш және т.б.) келесі даму фазалары ажыратылады:

- 1) дәннің өнуі;
- 2) көктеп шығу;
- 3) 3-ші жапырақтың пайда болуы;
- 4) бұтақтану;
- 5) сабақтану (негізгі сабақтың өсе бастауы);
- 6) масақтану (шашақтану);

- 7) гүлдену;
- 8) сүттік пісу;
- 9) балауыздық пісу;
- 10) толық пісу.

Жеміс ағаштарында келесі даму фазалары ажыратылады:

- 1) бүршіктердің ісінуі;
- 2) гүлдік және жапырақ бүршіктерінің ашылуы;
- 3) алғашқы жапырақтардың жайылуы;
- 4) гүлшелердің құрылуы;
- 5) гүлдену;
- 6) жемістердің түйінделуі;
- 7) жемістердің пісуі;
- 8) жапырақтардың сарғаюы;
- 9) жапырақтардың түсуі.

Тамыр жемісті дақылдарда бірінші жылы шығу фазасы, 1-ші, 2-ші және 3-ші қос жапырақтарының пайда болуы, тамыр жемісінің өсуі фазалары белгіленеді. Өмірінің екінші жылы сабақтану, бүйір сабақтарының пайда болуы, гүлдену, пісе бастауы, толық пісу фазалары ажыратылады.

Сонымен қатар өсімдік онтогенезі жас шамасына байланысты да кезеңдерге бөлінеді:

1. Дәннің өніп-өсу кезеңі. Бұл кезеңде өсімдік дәндегі қоректік заттар қорын пайдаланады және барлық органдары (тамыры, жапырақтары, бас сабағы) ұрықтық органдар болып табылады. Бұл кезеңнің ұзақтығы бірнеше күннен бірнеше аптаға дейін созылады.
2. Ювенильді кезең. Ол вегетативті органдарының (тамыры, жапырақтары, сабақтары) құрылуымен сипатталады. Бұл кезең ұзақтығы бір жылдық өсімдіктерде бірнеше аптаға, көпжылдық өсімдіктерде бірнеше жылға созылады.
3. Есею кезеңі. Бұл кезең көбею органдарының құрылуымен сипатталады, гүл бұдырларының пайда болуынан жеміс түйінінің құрылуымен аяқталады.
4. Қартаю кезеңі. Жемісі пісіп, вегетативті органдары қураған соң өсімдік өмірі тоқтайды. Поликарпикті көпжылдық өсімдіктердің қартаю процесінде ерекшеліктер болады:

кейбір бұтақтары қурап кетіп, организмде өсу процесі жалғаса беретіндіктен жаңадан басқа бұтақтар дамиды.

### 1.3 Өсімдік ағзасында жүретін негізгі процестер

**Фотосинтез.** Өсімдіктің қоректенуі өте күрделі процесс. Қоректену процесі барысында өсімдік топырақтан суда еріген минералды тұздарды сіңіреді, ауадан көмірқышқыл газы мен азотты жұтады. Күн сәулесінің әсерімен өсімдік тканінде (организм клеткалары тобы) хлорофилл түзіледі, ал хлорофилмен боялған өсімдік бөлігі ауадан  $\text{CO}_2$  газін жұта алады. Өсімдіктің  $\text{CO}_2$  газін жұтып оттегін ( $\text{O}_2$ ) шығыру процесін ассимиляция деп атайды.

Өсімдіктің топырақтан сумен бірге минералды тұздарды сіңіріп, ауадан көмірқышқыл газын жұтып күн сәулесі әсерімен жоғары энергиялы көміртегілері (органикалық заттар - крахмал, қант, ақуыз, майлар, органикалық қышқылдар және т.б.) түзуін фотосинтез процесі дейді. Фотосинтез процесіне фотосинтетикалық белсенді радиация (ФБР) қажет болатындықтан ол тек күндізгі мерзімде жүреді. Фотосинтезді келесі қысқартылған теңдеумен бейнелеуге болады:



Фотосинтез процесі күрделі биохимиялық және биофизикалық процестер циклі. Фотосинтез барысында күн энергиясы органикалық қосындылардың химиялық энергиясына айналады. Фотосинтездің алғашқы өнімдері (ассимиляттар) биохимиялық процестер нәтижесінде басқа органикалық заттарға түрленіп өсімдіктің өсіп-даму процесінде фитомасса және жемістерін құрауына жұмсалады. Артық өндірілген органикалық заттар ассимиляттар қорын құрайды. Ол қор өсімдіктің барлық органында жинақталады, әсіресе жапырақтары мен сабақтарында. Экологиялық стресс жағдайында фотосинтез әлсірегенде ассимиляттар қоры маңызды фактор болып табылады. Мысалы өсімдіктің түнде өсуі сол қор арқасында жүреді. Дәннің немесе жемістің толуы

жаңа пайда болған ассимиляттармен қатар бұрын жиналған ассимиляттар есебінен де жүреді.

Табиғи жағдайда ауада  $\text{CO}_2$  көлемдік мөлшері 0,03-0,04% болатындықтан өсімдік қолайлы жағдайда 1 сағат ішінде 1  $\text{дм}^2$  ауданы 80 мг-ға дейін  $\text{CO}_2$  сіңіре алады ( $\text{мг}/\text{дм}^2 \cdot \text{сағ}$ ).

Фотосинтез процесінде құрылған ассимиляттардың бір бөлігі әрқашан да демалу процесіне жұмсалады. Өсімдіктің құрған жалпы ассимиляттар мөлшерін (өсіп-дамуына және демалуға жұмсалған) *брутто-фотосинтез* дейді. Өсімдіктің жұтқан және демалу процесінде атмосфераға бөлген көмір қышқыл газы айырмашылығы мөлшерін *нетто-фотосинтез* дейді.

Ауадағы  $\text{CO}_2$ -нің табиғи мөлшері және басқа факторлардың оптимальді мөлшері жағдайында нетто-фотосинтездің қарқындылығын өсімдіктің *фотосинтездік мүмкіндігі* дейді. Өсімдіктердің фотосинтездік мүмкіндіктері әртүрлі болады. Бірінші орында  $\text{C}_4$ -өсімдіктері тұр (50-80  $\text{мг CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{сағ}$ ). Ондай өсімдіктердің мезофилл жасушаларында төрт атомды көміртегі бар қышқылдар құрылады. Ол топқа ауыл шаруашылығы өсімдіктерінен жүгері, тары, қант қамысы және т.б. жатады. Одан кейін  $\text{C}_3$ -өсімдіктері тұр (20-40  $\text{мг CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{сағ}$ ). Оларда үш атомды көміртегі бар қышқылдар құрылады. Бұл топқа көпшілік ауылшаруашылық дақылдары жатады: бидай, арпа, сұлы, күріш, картоп, күнбағыс, қызылша, үрме бұршақ және т.б.

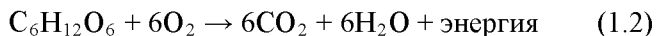
Өсімдіктің фотосинтездік мүмкіндігін үш тәсілмен бағалауға болады:

- 1) қоршаған ортамен газ алмасуы бойынша, яғни сіңірілген  $\text{CO}_2$  газы мөлшерімен ( $\text{мг}/\text{дм}^2 \cdot \text{сағ}$ ;  $\text{мг}/\text{см}^2 \cdot \text{мин}$ ;  $\text{г}/\text{м}^2 \cdot \text{сағ}$ );
- 2) құрылған биомасса мөлшері бойынша ( $\text{г}/\text{м}^2 \cdot \text{сағ}$ );
- 3) фотосинтез процесінде игерілген энергия мөлшері бойынша, яғни калориялығымен ( $\text{г}, \text{кДж}/\text{г}$ ).

Калориялығы құрғақ өсімдікті калориметрде жағу арқылы анықталады. Дәнді дақылдардың калориялығы 10-20  $\text{кДж}/\text{г}$  аралығында болады.

**Демалу процесі.** Өсімдіктің  $\text{O}_2$ -ні жұтып  $\text{CO}_2$  газын бөлу процесін диссимиляция деп атайды. Демалу процесінде өсімдік клеткаларында органикалық заттар тотығып көмірқышқыл газы

мен суға ыдырайды, ал онда ұсталып тұрған энергия босайды. Босаған энергия өсімдіктің әртүрлі өмірлік процестеріне жұмсалады. Демалу фотосинтезге кері процесс және оны келесі қысқартылған теңдеумен бейнелеуге болады:



Демалу процесі күндіз де, түнде де жүреді. Тәулік бойында ассимиляция және диссимиляция процестері арасындағы қатынас әрдайым өзгеріп отырады. Күндіз фотосинтез демалу процесіне қарағанда однаған есе артық қарқындылықпен жүреді, сондықтан өсімдік денесінде органикалық заттар жинақталады.

Дәлірек қарастырғанда демалу функциясын екіге бөлуге болады: 1) өсімдіктің органдар құрылымын ұстап тұруға байланысты демалу; 2) заттардың қозғалуына, фотосинтезбен және жаңа құрылымдық бірліктер жасауға (ақуыздар, липидтер, клетка қабырғалары және т.б.) байланысты демалу. Демалудың бұл бөлігін конструктивті демалу немесе *өсу демалуы* деп атайды. Демалу қарқындылығы температураға, жарыққа және өсімдіктің сумен қамтамасыздығына байланысты болады. Демалу қарқындылығы 1 грамм өсімдік массасынан (құрғақ масса) бірлік уақытта бөлінген  $CO_2$  мөлшерімен сипатталады ( $mgCO_2/g \cdot saғ$ ). Стандартты жағдайда (температура  $20^\circ C$ ) демалу қарқындылығы шөпті өсімдіктерде 3-8  $mgCO_2/g \cdot saғ$ , ағаш жапырақтарында 1-4  $mgCO_2/g \cdot saғ$  құрайды.

**Өсу процесі.** Фотосинтез бен өсу бірегей процестер болып саналады. Өсу функцияларын фотосинтез энергетикалық қамтамасыздайды. Фотосинтез тоқтаған кезде өсуді энергетикалық қамтамасыздау қорда жиналған ассимиляттар есебінен жүреді (мысалы түнде). Дәннің және түйіннің толуына жаңа пайда болған ассимиляттармен қатар қорда жинақталған ассимиляттар да жұмсалады. Өсу процесінде өсімдікте жаңа органдар пайда болады және олар ұлғаяды. Фитомассаның қарапайым көрсеткіші – ол өсім, яғни белгілі уақыт аралығындағы құрғақ фитомасса айырмашылығы:  $\Delta M = M_2 - M_1$ . Көміртегі қорлары, азот, фосфор және калиймен қатар өсу процесіне температура мен ылғалдық режимдері де әсер етеді.

Жеткілікті ылғалдық пен оптимальді температура шегінде өсу процесі максималды жылдамдықпен жүреді.

**Транспирация.** Судың өсімдік денесінен булануын транспирация деп атайды. Транспирация өсімдіктегі су алмасу процестерінің бірі болып саналады. Транспирация өсімдіктің су және минералдық қорекпен қамтамасыздануына және де оның жылу режимін реттеп отыруына жауап береді. Транспирация метеорологиялық факторлармен, өсімдіктің анатомиялық және физиологиялық ерекшеліктерімен анықталады.

Өсімдік физиологиясында транспирацияның сыртқы және ішкі факторлары ажыратылады. Сыртқы факторларға климаттық жағдай, топырақ түрі және агротехника жатады. Транспирацияға негізінен температура, ауа ылғалдылығы, жел, радиация қарқындылығы және турбуленттік алмасу қарқындылығы әсер етеді. Транспирацияның ішкі факторлары өсімдік ағзасында жүретін процестермен байланысты, яғни сыртқы факторлардың әсерімен өсімдіктің оны реттеп отыру мүмкіндігімен сипатталады. Транспирацияның тәулік бойында өзгеруі сыртқы және ішкі факторлардың әсерімен анықталады.

Су өсімдіктің ауамен қатынаста тұрған бүкіл сыртқы және ішкі беткейлерінен буланады. Су өсімдіктің вегетативті органдарының сыртқы бетінен (кутикулярлық транспирация), бұтағы мен діңінің қатқан қабығынан (перидермальдік транспирация), ішкі органдарынан сыртқа устица арқылы (устицалық транспирация) буланады.

Устицалық транспирацияда суды өсімдік органы ішіндегі клеткалар бекейлері буландырады. Сұйық күйден бу күйіне көшкен су клеткааралықтан атмосфераға устица тесіктері арқылы шығады. Топырақ ылғалды жағдайда устица Күн шыққанда ашылады да түске таяу уақытта максималды ашылу деңгейіне жетеді. Онымен бірге транспирация да артады. Тал түсте устица жабыла бастайды, ал Күн батар алдында толық жабылады. Сондықтан түнде транспирация өте жәй жүреді. Ауа-райы құрғақ, топырақ ылғалдығы жеткіліксіз жағдайда устица су жеткіліксіз болғандықтан түс алдында жабылады да кешке қарай қайта ашылады. Сонымен қуаңшыл ауа-райында транспирация әлсіз жүреді және оның тәулік бойында екі максимумы байқалады.



Өсімдіктің транспирацияға жұмсалатан су мөлшерін реттеу мүмкіндігі 35-40 °С температураға дейін болады. Одан жоғары температурада устица жабылмайды, сондықтан өсімдік суын тез жоғалтып, күйіп кетуі мүмкін.

### **БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ**

1. Өсімдік онтогенезі деген не?
2. Өсімдік онтогенезі қандай кезеңдерден тұрады?
3. Вегетативті органдарға нелер жатады?
4. Генеративті органдарға нелер жатады?
5. Өсімдіктерде тыныштық кезеңі қандай жағдайларда байқалады?
6. Эфемерлер мен эфемероидтар қандай өсімдіктер, қайда өседі?
7. Поликарпиктер мен монокарпиктер деген не?
8. Дәнді дақылдардың фенологиялық даму фазаларын ата.
9. Жеміс ағаштарының фенологиялық даму фазаларын ата.
10. Фотосинтез процесі деген не, қайдай мерзімде жүреді.
11. Фотосинтез процесі жақсы жүру үшін не қажет?
12. Өсімдіктің фотосинтездік мүмкіндігі қалай анықталады?
13. Демалу процесі деген не, қандай мерзімде жүреді?
14. Өсу процесін қалай түсінесің?
15. Транспирация туралы не білесің?

## 2. ӨСІМДІК ЖАМЫЛҒЫСЫНЫҢ РАДИАЦИЯЛЫҚ РЕЖИМІ

Күн радиациясы топырақ-өсімдік-атмосфера жүйесінде жүріп жататын биологиялық және физиологиялық процестерге энергия көзі болып табылады. Өсімдік жамылғысының (ӨЖ) радиациялық режимі сәулелі энергияның белгілі геометриялық және оптикалық қасиеттері бар биологиялық ортада таралуы нәтижесінде құрылады.

### 2.1 Өсімдік жамылғысының радиациялық режимінің негізгі көрсеткіштері

Күннен келетін радиация спектрі биофизикалық аспектіде төрт облысқа бөлінеді:

- Ультракүлгін радиация (УКР), толқын ұзындығы 0,29-0,38 мкм;
- Фотосинтетикалық белсенді радиация (ФБР), толқын ұзындығы 0,38-071 мкм;
- Жақын инфрақызыл радиация (ЖИКР), толқын ұзындығы 0,71-4,0 мкм;
- Инфрақызыл радиация (ИКР), толқын ұзындығы 4-100 мкм.

Радиацияның өсімдікке әсерінің үш негізгі бағыты (эффeктісі) ажыратылады:

- 1) *радиацияның жылулық эффектісі* - өсімдік жұтқан күн энергиясының 70 % астамы жылуға айналады да транспирацияға, өсімдік температурасын ұстап тұруға және т.б. жұмсалады. Бұл эффектіде радиацияның ФБР, ЖИКР және ИКР спектр бөліктері пайдаланылады;
- 2) *радиацияның фотосинтетикалық эффектісі* - өсімдік жұтқан ФБР-ның 28 % дейіні фотосинтез процесінде әртүрлі органикалық заттар түзуге жұмсалады (жиынтық радиацияның 4 % дейіні);
- 3) өсу және даму процестерінде *радиацияның фотоморфогенетикалық (реттеуші) эффектісі* – радиацияның фитобиологиялық белсенді облысы УКР, ФБР және ЖИКР-дің 0,76 мкм дейінгі бөлігін қамтиды.

Өсімдік жамылғысына түсетін жиынтық радиация  $Q_0$  (тіке  $S'_0$  және шашыранды  $D_0$  радиациялар) оның фитоэлементтерімен әрекеттеседі (шағылады, жұтылады, шашырайды). Нәтижесінде радиация ағынының тығыздығы, кеңістіктік құрылымы және спектрлік құрамы өзгереді. Ол өзгерістер күн биіктігіне ( $h_0$ ), ӨЖ геометриялық құрылымына, фитоэлементтердің оптикалық қасиеттеріне және түсетін ФБР-ның спектрлік құрамына бағынышты болады.

ӨЖ ішіндегі радиациялық алқап келесі компоненттерден тұрады:

- 1) горизонтальді бағытта орташаланған Күннің тіке радиация ағынының  $L$  тереңдігіндегі тығыздығы -  $S'(L)$ ;
- 2) горизонтальді бағытта орташаланған аспанның шашыранды радиация ағынының  $L$  тереңдігіндегі тығыздығы -  $D(L)$ ;
- 3) Өсімдікке түсетін Күн және аспан радиацияларының ӨЖ элементтерімен әрекеттесуі арқасында қалыптасатын радиациялық алқап тығыздығы.

Алғашқы екі радиация түрлері өткізу функциясымен (коэффициенті) сипатталады:

а) тіке радиация үшін:

$$a_s(L) = \frac{S'(L)}{S'_0}, \quad (2.1)$$

б) шашыранды радиация үшін:

$$a_D(L) = \frac{D(L)}{D_0}. \quad (2.2)$$

$S'(L)$  және  $D(L)$  ретінде, берілген тереңдікке дейін ӨЖ элементтерімен әрекеттеспей жеткен тіке және шашыранды радиациялардың горизонтальді бағытта орташаланған мәндері алынатындықтан, олардың спектрлік құрамы  $S'_0$  және  $D_0$  радиацияларынікіндей болады. Олар берілген деңгейде аспанның бір бөлігін ӨЖ элементтерінің көлеңкелеуі арқасында әлсірейді.

Үшінші компонент - ӨЖ ішінде фитоэлементтермен әрекеттесуі арқасында қалыптасатын радиациялық алқап жоғары және төмен бағытталған ағындардан тұрады. Жоғары шағылған радиация бағытталады -  $R_k(L)$ . Оның жиынтық радиацияға ( $Q_0$ ) қатынасы ӨЖ-ның альбедосы деп аталады.

Альбедро ӨЖ-ның келген радиацияны кері шағылдыру мүмкіндігін көрсетеді:

$$A_k(L) = \frac{R_k(L)}{Q_0}. \quad (2.3)$$

Төмен қарай тіке және шашыранды радиациялардың ӨЖ элементтерімен әрекеттесіп шашыраған бөліктері бағытталады -  $S^H(L)$  және  $D^H(L)$ . Олар да  $a_S^H(L)$  және  $a_D^H(L)$  өткізу функцияларымен сипатталады.

Жалпы алғанда ӨЖ-ның жиынтық радиацияны өткізу функциясын былайша жазуға болады:

$$a_Q(L) = \frac{Q(L)}{Q_0} = \frac{S'(L) + D(L) + S^H(L) + D^H(L)}{S'_0 + D_0}. \quad (2.4)$$

## 2.2 Өсімдік жамылғысының Күн радиациясын өткізуі

**Өсімдік жамылғысының тіке радиацияны өткізуі.** Өсімдік жамылғысының тіке радиацияны өткізуі ең алдымен күн сәулесінің бағытына және жапырақтардың (сабақтардың) орналасу ерекшеліктеріне байланысты болады.

ӨЖ-ның тіке радиацияны өткізу функциясын жапырақ ауданын ескере отырып келесі теңдеумен сипаттауға болады:

$$a_S(L) = \exp\left[-\frac{G_L * L}{\sinh}\right], \quad (2.5)$$

мұнда:  $L$  – жапырақтар ауданы;  $h$  – Күн биіктігі;

$G_L$  – жапырақтардың орналасуы мен бағытына байланысты функция:

- 1) ӨЖ-ның барлық жапырақтары горизонтальді орналасса  $G_L = \sin h$ ;
- 2) ӨЖ жапырақтары барлық бағытта біркелкі орналасқан болса  $G_L = 0,5$ ;
- 3) ӨЖ жапырақтары вертикальді және азимут бойынша біркелкі таралса  $G_L = \frac{2}{\pi} \cosh$ ;

- 4) Басқа жағдайларда  $G_L$  мәнін жапырақтардың горизонтқа орташа еңкею бұрышы ( $\alpha_L$ ) және Күн биіктігі ( $h$ ) бойынша Х.Г.Тооминг құрастырған кестені пайдаланып анықтауға болады (2.1-кесте).

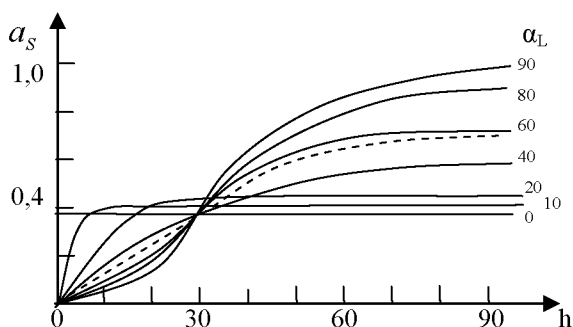
2.1-кесте

$G_L$  функциясы мәндері (Х.Г.Тооминг бойынша)

h	$\alpha_L$									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0,0	0,11	0,22	0,32	0,41	0,49	0,55	0,60	0,63	0,64
10	0,17	0,17	0,24	0,33	0,41	0,49	0,54	0,59	0,62	0,63
20	0,34	0,34	0,32	0,36	0,42	0,48	0,53	0,57	0,59	0,60
30	0,50	0,49	0,47	0,43	0,44	0,47	0,50	0,53	0,55	0,55
40	0,64	0,63	0,61	0,56	0,49	0,47	0,47	0,48	0,49	0,49
50	0,77	0,75	0,72	0,66	0,59	0,49	0,44	0,42	0,41	0,41
60	0,87	0,85	0,81	0,75	0,66	0,56	0,43	0,36	0,33	0,32
70	0,94	0,92	0,88	0,81	0,72	0,60	0,47	0,32	0,24	0,22
80	0,98	0,97	0,93	0,85	0,75	0,63	0,49	0,34	0,17	0,11
90	1,0	0,98	0,94	0,87	0,77	0,64	0,50	0,34	0,17	0,0

Жапырақтардың әртүрлі еңкею бұрышы (горизонталь беткейден) жағдайында ӨЖ-ның тіке ФБР-ны өткізу функциясының Күн биіктігіне бағыныштылығын график түрінде бейнелеуге болады (2.1-сурет). Онда келесі заңдылықтар орын алады:

- 1) өткізу функциясының Күн биіктігіне ең тығыз бағыныштығы ӨЖ-ның жапырақтары вертикальді болғанда орын алады ( $\alpha_L=90^\circ$ );
- 2) жапырақтардың еңкею бұрышы азайған сайын өткізу функциясының Күн биіктігіне бағыныштығы әлсірейді;
- 3) жапырақтары горизонтальді орналасқан ӨЖ-да ( $\alpha_L=0^\circ$ ) өткізу функциясы Күн биіктігіне бағынышты болмайды;
- 4) жапырақтарының еңкею бұрышы  $40^\circ$ -тан кіші ӨЖ-да өткізу функциясының Күн биіктігіне бағыныштығы кіші Күн биіктігінде ( $h < 30^\circ$ ) ғана орын алады;
- 5) Күннің  $30-40^\circ$  биіктігі аралығында жапырақтардың барлық еңкею бұрышы үшін өткізу функциясы шамамен бірдей болады.



2.1-сурет. Жапырақтардың әртүрлі еңкею бұрышы ( $\alpha_L$ ) жағдайында ӨЖ-ның тіке радиацияны өткізу функциясының ( $a_s$ ) Күн биіктігіне ( $h$ ) бағыныштылығы (Х.Г.Тооминг бойынша).  
 Үзік сызықтар – жапырақтар біркелкі орналасқан жағдай; жапырақтардың салыстырмалы ауданы  $1 \text{ м}^2/\text{м}^2$ .

**Өсімдік жамылғысының шашыранды радиацияны өткізуі.** Бұлтсыз аспан жағдайында шашыранды радиацияның рөлі үлкен емес, ал Күн дискісі жабық жағдайда ол негізгі радиация болады.

Аспан әлемінде шашыранды радиацияның шынайы таралуы негізінде өсімдік жамылғысының шашыранды радиацияны өткізу функциясы ( $a_D$ ) мәндері 2.2-кестеде берілген. Онда сонымен қатар жапырақтардың ауданы ( $L$ ) да ескерілген. Шашыранды радиацияны өткізу функциясы  $60^\circ$  Күн биіктігінде максималді болады. Одан кіші және жоғары болғанда шашыранды радиацияның өсімдік қабатына өтуі азаяды.

Жапырақтар горизонтальді орналасқанда өткізу функциясы анықталады:

$$a_D = e^{-L}, \quad (2.6)$$

Жапырақтар бей-берекет орналасқанда:

$$a_D = 2E_3(0,5L), \quad (2.7)$$

мұнда:  $E_3(0,5L)$  - Гольдтің интегральді-экспоненциальді функциясы (ол арнайы кесте түрінде беріледі).

2.2-кесте

Өсімдік жамылғысының аспан шашыранды радиациясын өткізу функциясы ( $a_D$ ) мәндері (Ю.К.Росс бойынша)

$L, \text{ м}^2/\text{м}^2$	Бағыты гори-зонтальді	Бағыты біркелкі					
		изотропты аспан	бұлтты аспан	ашық аспан, h			
				15°	30°	60°	90°
0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
0,2	0,819	0,833	0,82	0,773	0,793	0,825	0,808
0,6	0,549	0,600	0,56	0,513	0,538	0,592	0,567
1,0	0,368	0,443	0,42	0,360	0,381	0,438	0,414
1,5	0,223	0,308	0,30	0,240	0,254	0,307	0,286
2,0	0,135	0,219	0,21	0,164	0,174	0,218	0,202
3,0	0,050	0,113	0,10	0,080	0,085	0,113	0,103
5,0	0,007	0,033	0,03	0,022	0,023	0,033	0,029

$L, \text{ м}^2/\text{м}^2$	Бағыты вертикальді				
	изотропты аспан	ашық аспан, h			
		15°	30°	60°	90°
0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
0,2	0,841	0,764	0,788	0,835	0,812
0,6	0,696	0,518	0,546	0,631	0,596
1,0	0,504	0,384	0,407	0,502	0,467
1,5	0,393	0,282	0,298	0,393	0,359
2,0	0,314	0,216	0,227	0,316	0,286
3,0	0,213	0,119	0,144	0,218	0,193
5,0	0,117	0,073	0,074	0,123	0,106

Жапырақтар вертикальді орналасқанда:

$$a_D = 2 \int_2^1 \exp\left(-\frac{2}{\pi} L \frac{\sqrt{1-x^2}}{x}\right) x dx. \quad (2.8)$$

мұнда:  $x = \cos \theta_0$ ,  $\theta_0$  – Күннің зениттік қашықтығы (еңкею бұрышы, градуспен)

Өсімдік жамылғысының жиынтық радиацияны өткізуі. Өсімдік жамылғысының жиынтық радиацияны өткізуі ( $a_Q$ ) тіке ( $a_s$ ) және шашыранды ( $a_D$ ) радиацияларының, төмен бағытталған радиация ағындарының ( $a_s^H, a_D^H$ ) өткізу функцияларымен, сонымен қатар тіке радиацияның шашыранды радиацияға қатынасын сипаттайтын жарық ағыны құрылымымен ( $S'_o/D_o$ ) анықталады.

Жиынтық радиацияны өткізу функциясы келесі теңдеумен сипатталады:

$$a_Q(L) = \frac{Q(L)}{Q_o} = \frac{(a_s + a_s^H) \frac{S'_o}{D_o} + (a_D + a_D^H)}{1 + \frac{S'_o}{D_o}}. \quad (2.9)$$

Келесі заңдылықтар орын алады:

- 1) Жиынтық радиацияны өткізу функциясының Күн биіктігіне бағыныштығы тіке радиацияға қарағанда әлсіздеу болады;
- 2) Өсімдік элементтерімен шашырап төмен бағытталған тіке және шашыранды радиациялардың өткізу функциясы ( $a_s^H, a_D^H$ ) тек жақын инфрақызыл радиация (ЖИКР) облысында ғана маңызды, ФБР облысында оны ескермесе де болады;
- 3) Жиынтық радиацияны өткізу функциясының ( $a_Q$ ) жарық құрылымына ( $S'_o/D_o$ ) бағыныштылығы аса маңызды:
  - а) Күннің үлкен биіктігінде ( $h > 50^\circ$ )  $S'_o/D_o$  қатынасы өскенде  $a_Q$  да артады. Себебі  $a_s > a_D$  болады;



б) Күннің кіші биіктігінде ( $h < 35^\circ$ )  $\frac{S_o'}{D_o}$  қатынасы өскенде

$a_Q$  кемиді. Себебі  $a_s < a_D$  болады;

в) Күннің орташа биіктігінде ( $50^\circ > h > 35^\circ$ ) жиынтық радиацияны өткізу функциясы ( $a_Q$ ) жарық құрылымына

( $\frac{S_o'}{D_o}$  -ке) бағынышты болмайды. Бұл биіктікті *Күннің нейтральді биіктігі* деп атайды. Жапырақтардың бағытына байланысты бұл нейтральді биіктік әртүрлі болады. Жапырақтары бейберекет орналасқан ӨЖ-да Күннің нейтральді биіктігі  $35-40^\circ$ , жапырақтары вертикальді ӨЖ-да  $-40-50^\circ$  құрайды.

4) Жиынтық радиацияны өткізу функциясының ( $a_Q$ ) жарық құрылымына бағыныштығы жапырақтары вертикальді өсімдікте ерекше байқалады. Мысалы Күн бұлтпен жабық болғанда ӨЖ тереңіне жиынтық радиацияның тек 30 % өтсе, Күн ашылғанда оның 90 %-ға дейіні өтеді.

Өсімдік жамылғысында жиынтық радиацияның әлсіреуін алғаш болып Монси мен Сэки ұсынған:

$$Q(L) = Q_o e^{-kL} . \quad (2.10)$$

мұнда:  $k$  – экспериментальді империкалық коэффициент;  $L$  – радиация енетін тереңдікке дейінгі жапырақтар ауданы,  $m^2/m^2$ .

А.И.Будаговский қысқа толқынды радиация облысы үшін келесі теңдеуді ұсынады:

$$Q(L) = \frac{Q_o}{1 + k_Q L} . \quad (2.11)$$

мұнда:  $k_Q$  – Күн биіктігіне бағынышты коэффициент, орташа алғанда 0,65 тең:

h	20°	40°	60°
$k_Q$	0,50	0,69	0,63

Өсімдік жамылғысы ішінде радиация көп мәрте шашырайтындықтан оның спектрлік құрамы үнемі өзгеріп отырады. ӨЖ-на терең енген сайын фотосинтетикалық белсенді радиация (ФБР) облысы сүзіліп, онда жақын инфрақызыл радиация үлесі арта түседі.

Жалпы Күн радиациясы ағыны тығыздығын біле отырып ондағы фотосинтетикалық белсенді радиация мөлшерін ( $Q_{\Phi}$ ) Х.Г.Тооминг ұсынған теңдеумен шамалап анықтауға болады:

$$\sum Q_{\Phi} = 0,43 \sum S'_{\circ} + 0,57 \sum D_{\circ} \quad (2.12)$$

немесе

$$\sum Q_{\Phi} = 0,52 \sum Q_{\circ} \quad (2.13)$$

### 2.3 Өсімдік жамылғысының альбедосы

Ауылшаруашылық дақылдары алқаптарының орташа альбедосы –  $A_R(L)$  0,16 – 0,26 аралығында болады. ФБР облысында өсімдік альбедосы орташа алғанда 0,02-0,07 құрайды. Күн биіктігі артқан сайын ӨЖ альбедосы азаяды. Х.Г.Тооминг көпшілік жағдайда максималді альбедро Күн биіктігі 8-10° шамасында болатынын анықтаған. ӨЖ альбедосының күндізгі жүрісінде тал түстің екі жағында ассиметрия байқалады. Күннің бірдей биіктігінде, түске дейінгі мерзімге қарағанда түстен кейін альбедро мәні 5-20%-ке артық болады. Себебі хлоропласттардағы хлорофилл концентрациясының өзгеруі және тургоры мен бағытының өзгеруі нәтижесінде жапырақтардың оптикалық қасиеттері өзгереді. Альбедоның күндізгі жүрісі жарық құрылымына да ( $\frac{S'_{\circ}}{D_{\circ}}$ ) бағынышты:

- егер Күн биіктігі нейтральді биіктіктен төмен болса ( $h < 35^{\circ}$ ),  $\frac{S'_{\circ}}{D_{\circ}}$  қатынасы артқан сайын ӨЖ альбедосы да артады. Себебі  $A_S(L) > A_D(L)$ ;

- егер Күн биіктігі нейтральді биіктіктен артық болса ( $h > 50^\circ$ ),  $S'_0/D_0$  қатынасы артқан сайын  $\Theta_{Ж}$  альбедосы кемиді. Себебі  $A_S(L) < A_D(L)$ ;
- Күннің нейтральді биіктігінде альбедо  $S'_0/D_0$  қатынасына бағынышты болмайды.

Ауылшаруашылық дақылдарының өсіп-дамуы кезінде альбедоның өзгеруі өсімдік элементтерінің және  $\Theta_{Ж}$  құрылымының өзгеруіне байланысты болады. Өсімдіктер дамып, өз-ара біріккеннен кейін альбедо өзгере қоймайды.

## 2.4 Өсімдік жамылғысында жұтылған радиация

Өсімдік жамылғысында жұтылған ФБР  $\Pi(L)$  есептейтін формула:

$$\Pi(L) = \frac{\partial Q(L)}{\partial L} - \frac{\partial R_k(L)}{\partial L} \quad (2.14)$$

немесе

$$\Pi(L) = (1 - A_k) \left( S'_0 \frac{\partial \alpha_S}{\partial L} + D_0 \frac{\partial \alpha_D}{\partial L} \right) \quad (2.15)$$

мұнда  $L$  – жапырақтардың салыстырмалы ауданы,  $m^2/m^2$  ( $1 m^2$  жердегі жапырақтар ауданы).

Өсімдік жапырақтарының орналасуына байланысты  $\frac{\partial \alpha_S}{\partial L}$  және  $\frac{\partial \alpha_D}{\partial L}$  әртүрлі мәндер қабылдайды:

1) горизонтальді орналасқанда:

$$\frac{\partial \alpha_S}{\partial L} = \frac{\partial \alpha_D}{\partial L} = \exp(-L) \quad (2.16)$$

2) барлық бағытта біркелкі болса:

$$\frac{\partial \alpha_S}{\partial L} = \frac{0,5}{\sinh} \exp\left(-\frac{0,5L}{\sinh}\right) \quad (2.17)$$

$$\frac{\partial \alpha_D}{\partial L} = E_2(0,5L) \quad (2.18)$$

мұнда:  $E_2(0,5L)$  - Гольдтің интегральді-экспоненциальді функциясы (ол арнайы кесте түрінде беріледі).

3) жапырақтар вертикальді орналасқанда:

$$\frac{\partial \alpha_s}{\partial L} = \frac{2}{\pi} \operatorname{ctgh} * \exp\left(-\frac{2}{\pi} L \operatorname{ctgh}\right), \quad (2.19)$$

$$\frac{\partial \alpha_D}{\partial L} = \frac{4}{\pi} \int_0^1 \left[ \exp\left(-\frac{2}{\pi} L \frac{\sqrt{1-x^2}}{x}\right) \right] \sqrt{1-x^2} dx \quad (2.20)$$

мұнда:  $x = \sin h$ .

## 2.5 Өсімдік жамылғысының радиациялық балансы ерекшеліктері

Өсімдік жамылғысының радиациялық балансы  $R(L)$ , онда жұтылған Күн радиациясы  $P(L)$  мен ұзынтолқынды нәтижелі сәулешашуы  $I(L)$  айырмашылығымен анықталады:

$$R(L) = P(L) - I(L) \quad (2.21)$$

мұнда  $I(L)$  - жер беті мен өсімдіктің сәулешашуы және атмосфераның қарсы сәулешашуы арасындағы айырмашылық ретінде анықталады.

ӨЖ-ның радиациялық балансына қатысты келесі заңдылықтар орын алады:

- 1) Радиациялық баланстың және оны құраушылардың (жиынтық және шағылған радиациялар, нәтижелі сәулешашу) күндізгі жүрісі Күн биіктігінің өзгеруіне параллель болады және максимальді мәндері тал түс мезетінде байқалады;
- 2) Күннің талтүстік биіктігінің артуына байланысты радиациялық ағындар қарқындылығының максимальді мәндері кіші ендіктерге қарай, яғни экваторға қарай өседі. Мысалы бұлтсыз күнгі тал түс кезінде радиациялық баланс Эстонияда  $0,52-0,59$  кВт/м<sup>2</sup> болса, Орта Азияда  $0,63-0,70$  кВт/м<sup>2</sup> құрайды;

- 3) Н.И.Гойс зерттеуі бойынша ӨЖ-ның барлық деңгейінде радиациялық баланс нольден бір мезетте,  $h \approx 11-12^\circ$  сәйкес келетін уақытта өтеді;
- 4) Н.А.Ефимованың зерттеулері бойынша радиациялық баланстың күндізгі жинағының жиынтық радиацияға қатынасы барлық ауылшаруашылық дақылдарының вегетациясы белсенді кезінде ашық және бұлтты ауа райында 0,64-ке тең тұрақты мән болады:

$$\frac{\sum R(L)}{\sum Q_0} = 0,64 \quad (2.22)$$

Бұл қатынас дәнді дақылдар үшін, бастапқы даму фазаларында 0,71, максималды дамыған кезінде 0,64, ал соңғы фазасында 0,58 тең болады. Себебі альбедо мен нәтижелі сәулеленуі алғашқы фазаларында төмен, соңғы фазасында жоғары мәнді болады.

ӨЖ радиациялық балансының жапырақтардың салыстырмалы ауданына бағыныштылығы А.И.Будаговский формуласымен сипатталады:

$$R(L_z) = R_0 \exp[n(L_z - L_0)] \quad (2.23)$$

мұнда:  $R(L_z)$  және  $R_0$  –  $z$  дейгейіндегі және ӨЖ үстіндегі радиациялық баланс мәндері;  $L_0$  және  $L_z$  – ӨЖ-ның барлық жапырақтар ауданы және  $z$  деңгейінен төмен орналасқан жапырақтар ауданы;  $n$  – ӨЖ ішінде радиациялық баланстың азаю жылдамдығын сипаттайтын коэффициент. Бұл коэффициент барлық дақылдар үшін бірдей және Күн биіктігіне байланысты өзгереді:

$h, ^\circ$	10	20	30	40	50	60	70
$n$	0,97	0,54	0,40	0,34	0,30	0,29	0,29

Өсімдік жамылғысының ең астыңғы жапырақтар деңгейінде  $L_z=0$  болғандықтан  $R(L_z) = R_0 \exp[-nL_0]$ , ал ӨЖ-ның үстінгі деңгейінде  $L_z = L_0$  болатындықтан  $R(L_z) = R_0$  болады. ӨЖ-на тереңдеген сайын радиациялық баланс мәні азаяды және де ол Күннің кіші биіктігінде ( $h \leq 15^\circ$ ) өте жылдам азаяды.

## **2.6 Өсімдіктердің жарыққа қатысты жіктелуі. Фотопериодизм**

Күн радиациясы өсімдік өміріндегі маңызды фактордың бірі. Ол өсімдікті энергиямен қамтамасыздайды, фотосинтез процесіне қажетті негізгі элемент болып табылады, өсімдіктің өсуіне, биомассасының құрылуына, вегетациясының ұзақтығына, өнімінің химиялық құрамы мен сапасына әсер етеді, сонымен қатар қуаншылыққа және қысқа шыдамдылық сияқты қасиеттерінің қалыптасуына жағдай жасайды.

Күн сәулесіне жалпы талабы бойынша өсімдіктер үш топқа жіктеледі:

1. Жарықсүйгіш (гелиофиттер) өсімдіктер. Олар толық жарықта өседі. Оларға аздаған көлеңке де кері әсер жасайды. Гелиофиттер ашық алқапты жерде өседі: дала және шалғынды дәнді өсімдіктері, тундра және биік таулы жерлер өсімдіктері, эфемерлер мен эфемероидтар, көпшілік мәдени өсімдіктер.
2. Көлеңкеге шыдамды өсімдіктер. Олар күн сәулесіне қатысты кең экологиялық амплитудасымен сипатталады. Олар толық жарықта жақсы өседі, бірақ әртүрлі деңгейдегі көлеңкеге бейімделе алады. Оларға көпшілік талды өсімдіктер, орманды аймақтың бұталы және шөпті өсімдіктері, сонымен қатар бөлме өсімдіктері жатады.
3. Көлеңке өсімдіктері (сциофиттер). Бұл топ өсімдіктері тек көлеңкелі жерлерде ғана өседі. Мысалы, тропиктік ылғалды ормандар, қылқан жапырақты және қалқан жапырақты ормандар өсімдіктері. Олардың суға талабы өте жоғары болады, яғни ылғалды ортада өседі.

Өсімдікке Күн шұғыласының ұзақтығы, яғни күндізгі жарық ұзақтығы да әсер етеді. Вегетация кезеңінде жылдан жылға күндіз бен түн ұзақтығының өзгеріссіз қайталануы, эволюция кезінде өсімдіктердің маңызды өмірлік процестерінің ритмдік өзгеруінің қалыптасуына мүмкіндік жасады. Өсімдіктердің бұл қасиетін, яғни жарық ұзақтығына реакциясын фотопериодизм деп атайды. Фотопериодтық эффект өсімдіктердің гүлдеу және жемісінің пісу кезеңдерінің ең белсенді фотосинтез кезеңімен сәйкестелуімен айқындалады. Гүлденуіне қажетті жарық ұзақтығымен анықталатын фотопериодтық реакциясына байланысты өсімдіктер үш топқа бөлінеді:

1. Қысқа күндік өсімдіктер. Олардың гүлденуі жарық ұзақтығы тәулігіне 12 сағаттан кем жағдайда жүреді. Жарық 12 сағаттан артық болғанда олардың дамуы тежеледі. Оларға негізінен ортаңғы ендік өсімдіктері жатады. Мысалы: тары, жүгері, мақта, күріш, соя, орамжапырақ, т.б.
2. Ұзақ күндік өсімдіктер. Олардың гүлденуі және одан әрі дамуы үшін тәулігіне 12 сағаттан артық жарық ұзақтығы қажет. Оларға негізінен жоғарғы ендік өсімдіктері жатады. Мысалы: бидай, қара бидай, арпа, сұлы, пияз, сәбіз, зығыр, т.б.
3. Фотопериодты нейтральді өсімдіктер. Олардың генеративті органдарының дамуы әртүрлі жарық ұзақтығында жүре береді, тек өте қысқа жарықта өспейді. Мысалы: қарақұмық, жүзім, кейбір бұршақ тұқымдастар, картоп, т.б.

Қазақстанның солтүстік облыстарында ұзақ күндік дақылдар, оңтүстігінде қысқа күндік дақылдар өсіріледі.

Қысқа және ұзақ күндік дақылдардың әртүрлі сұрыптары күндіз бен түн ұзақтығына әртүрлі бейімделген. Мысалы бидайдың бір сұрыпы 20 сағаттық жарықта, екінші сұрыпы 15 сағаттық жарықта жылдам масақтанады.

Өсімдік өміріндегі барлық процестер үшін шешуші маңызы бар радиация болып толқын ұзындығы 0,38-0,71 мкм аралығындағы ФБР деп аталатын радиация саналады.

Тропиктік ендікте күндіз бен түн ұзақтығы жыл бойында аз өзгертіндіктен, онда фотопериод өсімдіктердің өмірлік циклдерін анықтайтын фактор бола алмайды. Онда өсімдіктің

дамуы құрғақ маусым мен жаңбырлы маусымның кезектесуіне бағынышты.

## 2.7 Күн радиациясының фотосинтез процесіне әсері

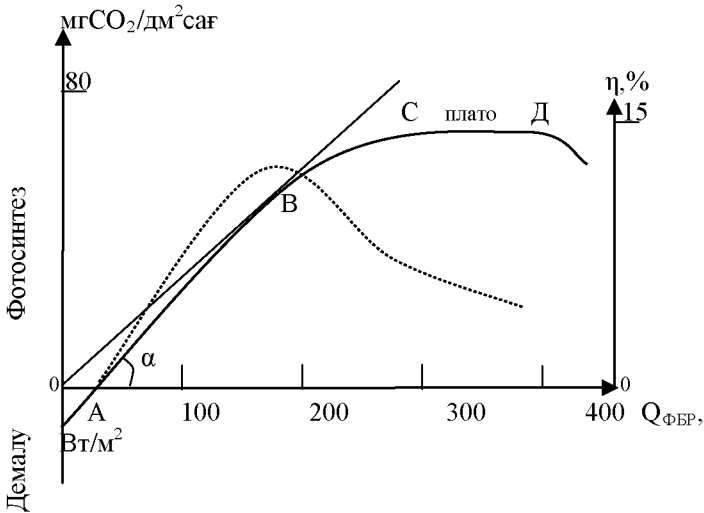
Күн радиациясының (ФБР) қарқындылығы артқан сайын фотосинтез процесі жылдам жүреді, бірақ жоғары мәнді радиацияда ол баяулайды. Фотосинтездің радиация қарқындылығына байланысты өзгеруін сипаттайтын сызығын *фотосинтездің сәулелік қисығы* деп аталады (2.2-сурет). Фотосинтез қисығы бойында бірнеше кардинальді нүкте ажыратылады:

*A – компенсациялық нүкте*, онда радиация кіші болғандықтан өсімдік жұтқан және атмосфераға шығарған  $\text{CO}_2$  газі мөлшері өзара тең болады, яғни фотосинтез бен демалу процестері өзара тең. Ол нүкте фотосинтез қисығының абсцисса осімен қиылысқан жерінде орналасады. Өсімдіктің жарықсүйгіштігіне байланысты компенсациялық нүктесі әртүрлі радиация қарқындылығына сәйкес келеді. Мысалы, көлеңкеге шыдамды өсімдіктерде  $10\text{-}20 \text{ Вт/м}^2$ , ал жарықсүйгіш өсімдіктерде  $20\text{-}30 \text{ Вт/м}^2$  ФБР мәніне сәйкес келеді.

*B – оптимальді сәулелік нүкте*. Ол нүктеде өсімдік фотосинтезі қарқынды жүреді және оның Күн радиациясын пайдалану коэффициенті (пайдалы әсер коэффициенті - ПЭК) максимальді болады. Ол нүкте координата басынан фотосинтез қисығына жанама жүргізу арқылы анықталады, яғни жанасқан нүкте. Фотосинтез қисығы мен абсцисса осі арасындағы бұрыш ( $\alpha$ ) *фотосинтездің сәулелік қисығының еңкею бұрышы* деп аталады.

*C – сәулелік қанығу нүктесі*. Бұл нүктеде фотосинтез плато деңгейіне шығады, яғни өзінің максимальді мәніне жетеді. Фотосинтезді қанықтырушы ФБР мәні көлеңкеге шыдамды өсімдіктерде  $100\text{-}200 \text{ Вт/м}^2$ , ал жарықсүйгіш өсімдіктерде  $200\text{-}300 \text{ Вт/м}^2$  сәйкес келеді. Күн радиациясы қарқындылығы одан әрі артқанмен атмосферадағы  $\text{CO}_2$  мөлшері шектеулі болғандықтан фотосинтез қарқындылығы да өзгермейді, плато деңгейінде болады.





2.2-сурет. Фотосинтездің ФБР қарқындылығына бағыныштылығы. Фотосинтез қисығы —————, ПӘК ( $\eta$ ) қисығы:.....

Д – фотосинтездің *максимальді сәулелік нүктесі*. Радиация қарқындылығы бұл нүктедегі мәннен асқанда фотосинтез процесі өше бастайды. Себебі өте қарқынды радиация жағдайында ауа температурасы өте жоғары болады және өсімдік организмінде су тапшылығы орнығады. Бұндай жағдайда керісінше демалу процесі қарқындала бастайды, яғни өсімдік организмнен атмосфераға  $\text{CO}_2$  газының бөлінуі күшейеді.

Фотосинтездің сәулелік қисығының сәулелік қанығу нүктесіне дейінгі бөлігін келесі формуламен сипаттауға болады:

$$\Phi = Q_{\Phi} \cdot \text{tg}\alpha \quad (2.24)$$

мұнда:  $\Phi$  – фотосинтез қарқындылығы;  $Q_{\Phi}$  – ӨЖ-на түсетін ФБР;  $\alpha$  – фотосинтездің сәулелік қисығының еңкею бұрышы.

Жалпы фотосинтездің радиация тығыздығына бағыныштылығын сипаттау үшін жиі қолданылатын формула:

$$\Phi = \frac{Q_{\Phi} \Phi_{\max} \operatorname{tg} \alpha}{Q_{\Phi} \operatorname{tg} \alpha + \Phi_{\max}} \quad (2.25)$$

мұнда  $\Phi_{\max}$  – сәулелік қанығу нүктесіндегі фотосинтез қарқындылығы.

М.И.Будыко фотосинтез қисығын гиперболалық формуламен сипаттауды ұсынған:

$$\Phi = \frac{Q_{\Phi} \operatorname{tg} \alpha}{1 + \frac{Q_{\Phi} \operatorname{tg} \alpha}{\tau \cdot c}} \quad (2.26)$$

мұнда:  $\tau$  – температура және т.б. сыртқы факторларға байланысты коэффициент;  $c$  – ауадағы  $\text{CO}_2$  мөлшері.

Радиацияның кіші мәндерінде фотосинтез процесі негізінен радиация қарқындылығына бағынышты, ал басқа сыртқы факторларға бағыныштылығы әлсіз болады. Радиацияның үлкен мәндерінде (сәулелік қанығуы) негізінен сыртқы факторларға, яғни  $\text{CO}_2$  мөлшеріне, температура мен топырақ ылғалдығына бағынышты болады. Егер қарқындылығы жоғары радиация жағдайында өсімдік температурасы да жоғары болса, хлорофилі ыдырап жапырақтар сарғайып, күйіп кетуі мүмкін.

Фотосинтез процесінде Күн радиациясын пайдалану дәрежесі негізінен температура жағдайына бағынышты. Орташа температурада өсімдік қарқынды радиацияны зиянсыз пайдаланады. Жарықсүйгіш өсімдіктер үшін су қоры жеткілікті жағдайда қарқынды радиация пайдалы, яғни жемістің қанттылығы, дәннің ақуыздылығы, түйіннің крахмалдығы жоғары болады.

## 2.8 Күн радиациясын фитоценоздың пайдалану нәтижелігі

Күн радиациясын фитоценоздың пайдалану нәтижелігі *пайдалы әсер коэффициентімен* (ПӘК) сипатталады. ПӘК ( $\eta$ ) фотосинтез өнімдерінде жинақталған энергия мөлшерінің жұтылған радиация мөлшеріне қатынасы ретінде анықталады (Х.Г.Тооминг):

$$\eta = \frac{qY * 100\%}{\sum Q_{\phi}} \quad (2.27)$$

мұнда  $q$  - өсімдік калориялығы, кДж/г;  $Y$  - құрғақ фитомассаның биологиялық өнімділігі, г/см<sup>2</sup>;  $\sum Q_{\phi}$  - вегетация кезеңіндегі ФБР жинағы, МДж/м<sup>2</sup>.

Мәдени өсімдіктер калориялығы 10-20 кДж/г аралығында болады. Өсімдік онтогенезінде оның калориялығы өзгеріп отырады. Экстремальді жағдайда өскен өсімдіктің калориялығы қолайлы жағдайда өскенге қарағанда біршама жоғары болады. Ол өсімдіктің қоршаған ортаға адаптациясымен (бейімделуімен) түсіндіріледі.

Фитоценоздың ПӘК-ін оған түсетін радиация бойынша және де ол жұтқан радиация бойынша сипаттауға болады. Олар өз-ара келесідей байланыста болады:

$$\eta_{\tau} = a_p \eta_{ж} \quad (2.28)$$

мұнда:  $\eta_{\tau}$  - Фитоценозға түскен радиация бойынша анықталған ПӘК;  $\eta_{ж}$  - Фитоценозда жұтылған радиация бойынша анықталған ПӘК;  $a_p$  - ӨЖ-ның радиацияны жұту функциясы.

Фитоценозға түскен радиация бойынша анықталған ПӘК өсімдіктің жер бетін нәтижелі пайдалануын сипаттайды. Ол ауылшаруашылық дақылдары алқабында агротехника нәтижелігі мен жерді пайдалану сапасын көрсетеді. Фитоценозда жұтылған радиация бойынша анықталған ПӘК өсімдіктің фотосинтездік белсенділігі мен демалу үнемділігін сипаттайды. Мысалы, егер жұтылған радиация ПӘК жоғары, ал түскен радиация ПӘК төмен болса, онда өсімдіктер жақсы дамуда, бірақ бірлік жер беткейінде олардың саны аз екенін көрсетеді, яғни келген радиацияның біраз бөлігі пайдаланылмайды. Ондай жағдайда не себу нормасы төмен болған, не қоршаған орта факторлары ӨЖ-ның жапырақ ауданының артуына кедергі жасаған.

Егіс алқабының ПӘК себу мерзімі мен себу тығыздығына, енгізілген минералдық тыңайтқыш мөлшеріне, ауа-райына және т.б. жағдайларға бағынышты. Вегетациялық кезеңде орташа

алғанда потенциалды ПӘК  $C_3$ -өсімдіктерде 3 %,  $C_4$ -өсімдіктерде 5 % құрайды.

### БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Күн радиациясы спектрі биофизикалық аспектіде қандай облыстарға бөлінеді?
2. ФБР қандай толқын ұзындығы интервалында жатыр?
3. Күн радиациясының өсімдікке әсері бойынша қандай эффектілері ажыратылады?
4. Өсімдік жұтылған радиацияның қанша пайызын жылуга айналдырады?
5. Өсімдік жұтқан ФБР-ның қанша пайызын фотосинтез процесіне жұмсайды?
6. ӨЖ ішіндегі радиациялық алқап қандай компоненттерден тұрады?
7. ӨЖ альбедосы қандай теңдеумен анықталады?
8. ӨЖ-ның жиынтық радиацияны өткізу функциясы теңдеуін жаз.
9. ӨЖ-ның тіке радиацияны өткізу функциясы қандай факторлармен анықталады?
10. Күннің қандай биіктігінде ӨЖ-ның тіке радиацияны өткізу функциясы шамамен бірдей болады?
11. ӨЖ-ның жиынтық радиацияны өткізуі қандай көрсеткіштермен анықталады?
12. Күннің нейтральді биіктігі деген не, ол қандай аралықта жатыр?
13. ФБР мөлшерін қандай теңдеумен жуықтап есептеп табуға болады?
14. Қандай Күн биіктігінде ӨЖ-ның максималды альбедосы байқалады?
15. ӨЖ-да жұтылған радиация қандай теңдеумен анықталады?
16. Күннің қандай биіктігінде ӨЖ-ның радиациялық балансы нольге теңеледі (таңбасы өзгертін мезет)?
17. Күн сәулесіне талабы бойынша өсімдіктер қандай топтарға жіктеледі?
18. Күндізгі жарық ұзақтығы бойынша өсімдіктер қандай топтарға бөлінеді?
19. Фотосинтездің сәулелік қисығы бойында қандай кординальді нүктелер ажыратылады?
20. Фотосинтездің сәулелік қисығы бойында оптималды сәулелік нүктені қалай анықтауға болады?
21. Өсімдіктің күн радиациясын пайдалану нәтижелігі қандай көрсеткішпен анықталады? Теңдеуін жаз.

### **3. ӨСІМДІК ЖАМЫЛҒЫСЫНЫҢ ЖЫЛУ РЕЖИМІ**

Жылу өсімдікке қажетті өмірлік фактордың бірі болып табылады. Өсімдіктің жылулық режимі радиациялық баланстың әсерімен, ауамен және топырақпен жылу алмасуымен, суды буландыруға жұмсалған жылу мөлшерімен анықталады. Сонымен қатар оған жапырақтардың пішіні мен орналасу бағыты, өсімдік альбедосы, топырақтың түсі мен ылғалдығы да әсер етеді.

Жылумен қамтамасыздықты сипаттайтын ауа және топырақ температурасы өсімдікте жүретін өмірлік процестерге (фотосинтез, демалу, транспирация, өсу, т.б.) белсенді әсер жасайды. Ондағы биофизикалық және биохимиялық реакциялар температура өскен сайын жылдам жүреді (белгілі температура деңгейіне дейін). Сондықтан температура өсімдіктің өсу және даму жылдамдығын анықтайды, яғни фенологиялық кезеңдердің ұзақтығы, жалпы вегетация ұзақтығы температураға бағынышты болады. Дәлірек алғанда, өсімдіктің өсуі мен дамуына температураның тәуліктік амплитудасы үлкен әсер етеді. Амплитуда неғұрлым үлкен болса, соғұрлым өсімдік жылдам өсіп дамиды, вегетация кезеңі қысқарады. Температураның тәуліктік амплитудасы өнім сапасына да әсер жасайды. Өсімдік жақсы өсіп, дамуы үшін күндізгі және түнгі температураның өз-ара белгілі сәйкестігі қажет. Өсімдіктің күндізгі және түнгі температура тербелісіне реакциясы өсімдік термопериодизмі деп аталады.

#### **3.1 Өсімдік жамылғысының жылулық режимінің негізгі көрсеткіштері**

Барлық өсімдік түрлерінің температуралық шекаралары мен қажетті жылу мөлшері анықталған. Температуралық латентті және летальді шекаралары ажыратылады. Латентті – физиологиялық реакцияның жасырын шекарасы (сырттай байқалмайтын). Температура латентті шекарадан өткеннен кейін өсімдіктің өмірлік процестері минимальді деңгейге дейін баяулайды және олар қайтарылады. Летальді шекараға жеткенде

клетка протоплазмасы зақымданып, өсімдік не үсіп кетеді, не күйіп кетеді.

Жылулық режим жағдайына байланысты өсімдіктің вегетациялық кезеңі келесі көрсеткіштермен сипатталады:

- белгілі температура жүрісі қисығымен;
- вегетацияның басталу мен аяқталу температурасы деңгейімен (3.1-кесте);
- минимальді, максимальді және оптимальді температура аралығымен;
- жеке фенологиялық кезеңдерін және бүкіл вегетация кезеңін өту үшін қажетті температуралар жинағымен.

Температура жүрісі сызығына байланысты өсімдіктер үшке жіктеледі:

- 1) тропиктік өсімдіктер, температура жүрісі сызығы жыл бойында біркелкі, түзу жағдайда өседі;
- 2) қоңыржай белдеудің жаздық өсімдіктері, температура жүрісі сызығы дөңес жағдайда өседі (көктемнен жазға дейін өседі, сосын күзге қарай төмендейді);
- 3) қоңыржай белдеудің күздік және екі жылдық өсімдіктері, температура жүрісі сызығы ойыс жағдайда өседі (күзден қысқа қарай төмендейді, сосын жазға қарай өседі);

Белсенді вегетация кезеңінің басталу және аяқталу деңгейі бойынша қоңыржай және субтропиктік белдеулер өсімдіктері төртке бөлінеді:

- 1) жылуды аз талап ететін және вегетациясы  $5^{\circ}\text{C}$  температурада басталатын өсімдіктер (күздік және кейбір жаздық дәнді дақылдар, көпжылдық шөптер, жеміс ағаштары);
- 2) жылуды орташа талап ететін және вегетациясы  $10^{\circ}\text{C}$  температурада басталатын өсімдіктер (жаздық дәнді дақылдар);
- 3) жылу сүйгіш және вегетациясы  $15^{\circ}\text{C}$  температурада басталатын өсімдіктер (мақта, күріш);

- 4) өте жылусүйгіш және вегетациясы 20°C-дан жоғары температурада басталатын өсімдіктер (қант қамысы, пальма).

3.1-кесте

Дақылдардың биологиялық минималді температурасы ( $t_6$ ), °C

Дақылдар	Шығу және вегетативті органдарының құрылу фазалары	Генеративті органдарының құрылу фазалары
Бидай, арпа, сұлы	5	10
Қаракұмық	7	10
Тары, жүгері	10	12
Күріш	14	18
Мақта	15	18

Өсімдіктің жылу қажетсіну көрсеткіші ретінде орташа тәуліктік ауа температурасы жинағын пайдалануға болады. Дақылдың жылумен қамтамасыздығын сипаттау үшін температураның белсенді және нәтижелі жинақтары қолданылады.

Температураның белсенді жинағы ( $\sum t$ ) – ауаның немесе топырақтың орташа тәуліктік температурасы мәндерінің биологиялық минимум мәнінен жоғары өткен күннен бастап берілген даму кезеңіне немесе вегетация соңына дейінгі қосындысы.

Агроклиматологияда берілген территорияның жылу ресурсы белгілі бір мәннен жоғары (0°, 5°, 10°C) аралықтағы белсенді температуралар жинағымен бағаланады.

Температураның нәтижелі жинағы ( $\sum t_n$ ) – ауаның немесе топырақтың орташа тәуліктік температурасының биологиялық минимумға азайтылған мәндерінің биологиялық минимум мәнінен жоғары өткен күннен бастап берілген даму кезеңіне немесе вегетация соңына дейінгі қосындысы ( $t_n = t - t_6$ ).

Мысал:

$$\sum t_{>5} = 5,1+5,3+5,8+6,0+6,5+7,0+\dots = 2900^\circ\text{C}.$$

$$\sum t_{n>5} = (5,1-5,0)+(5,3-5,0)+(5,8-5,0)+(6,0-5,0)+\dots = 2350^\circ\text{C}.$$

Ауа-райы ыстық жағдайда, өте жоғары ауа температурасы көпшілік дақылдардың дамуын тежейді. Ондай температураны **балласты температура** деп атайды. Егер орташа тәуліктік ауа температурасы 20°C-дан жоғары болса, нәтижелі температура жинағы есептелгенде, оған міндетті түрде балласты температураны ескеретін түзету енгізілуі тиіс.

Дақылдың даму қарқыны келесі теңдеумен есептеледі:

$$n = \frac{A}{(t - t_6)} \quad (3.1)$$

мұнда:  $n$  – фаза аралық немесе вегетация кезеңінің ұзақтығы, күн;

$A$  - дақылдың фаза аралық немесе вегетация кезеңін өтуге қажетті нәтижелі температуралар жинағы;

$t$  – фаза аралық немесе вегетация кезеңінің орташа ауа температурасы, °C;

$t_6$  – дақылдың биологиялық минимальді температурасы, °C.

Нәтижелі температуралар жинағы мен фаза аралық кезеңдер арасындағы байланыс негізінен тіке сызықты болып келеді. Вегетация кезеңінде өсімдіктердің биологиялық минимальді температурасы өзгеріп отыратындықтан, нәтижелі температуралар жинағы фаза аралықтарында жекеленіп есептеледі. Дақылға қажетті нәтижелі температуралар жинағы белгілі болса (3.2-кесте), келесі даму фазасының орнығу мерзімін болжауға болады.

3.2-кесте

Дақылдарға қажетті нәтижелі температуралар жинағы, °C

Дақыл	Сабактану-масақтану	Масақтану-балауыздық пісу
Жаздық бидай	283-400	450-540
Арпа	330-380	400-430
Сұлы	330-380	388

Агроклиматологияда, берілген территорияның жылу ресурсының дақылдың жылу қажетсінуін қамтамасыздауын



бағалағанда, оларға қажетті белсенді температуралар жинағы ескеріледі (3.3-кесте).

Өсімдіктің дамуына қажетті температуралар жинағы ендік бойынша өзгеріп отырады, яғни күндізгі жарық ұзақтығына бағынышты. Жалпы алғанда күндіз ұзақтығы артқан сайын өсімдікке қажетті температуралар жинағы азаяды. Мысалы ұзақ күндік өсімдікті солтүстікке қарай жылжытқанда, оған қажетті температуралар жинағы азаяды. Бірақ қысқа күндік өсімдіктер үшін (оңтүстік өңір дақылдары) ол керісінше артады.

3.3-кесте

Дақылдарға қажетті белсенді температуралар жинағы, °С

Дақыл	Вегетация кезеңі
Жаздық бидай	1300-1700
Қыстық бидай	1400-1500
Күнбағыс	1800-2300
Жүгері	2500-3000

Қажетті температуралар жинағы теңіз деңгейінен биіктікке де бағынышты. Биіктік артқан сайын дақылды егу кешірек жүретіндіктен, оның бастапқы даму фазалары ұзағырақ күндізгі жарыққа сәйкес келетіндіктен, ол дақылға қажетті температуралар жинағы азаяды.

## 3.2 Температураның тәуліктік тербелісі және өсімдік термопериодизмі

Өсімдіктің өсіп-дамуы үшін температураның тәуліктік тербеліс амплитудасының, күндізгі және түнгі деңгейлерінің маңызы зор. Тәуліктік амплитуда артқан сайын өсімдік жылдам өсіп, дамиды. Күндізгі орташа жоғары, түнгі орташа төмен температура өсімдікте органикалық заттардың жинақталуына жақсы жағдай жасайды. Күндізгі жоғары температурада фотосинтез процесінде жинақталған органикалық заттар түнгі төменірек температурада демалу процесінде азырақ, яғни үнемді жұмсалады. Сондықтан континентальді климат жағдайында өсімдіктер жылдамырақ дамиды және оның өнім сапасы жоғары болады. Температураның тәуліктік тербелісіне өсімдіктің бұндай реакциясын *өсімдік термопериодизмі* дейді.

Бұл бағытта түбегейлі зерттеулерді З.А.Мищенко жүргізген. Температураның өсімдікке әсерін дәлірек бағалау үшін күндізгі орташа және түнгі орташа температураларды бөлек ескеру керектігі анықталды.

Термопериодизм арқасында өсімдіктің химиялық құрамы да өзгереді. Мысалы, континентальді климатта жемістердің қанттылығы жоғары болады (алма, жүзім, қауын, қарбыз, қант қызылшасы, т.б.). Жұмсақ теңіз климатында дәнді дақылдардың крахмал құрамы жоғарылап, ақуыз заттар құрамы азаяды.

Бидай дәнінде ең төмен ақуыз Мароккода – 5,4%, ең жоғарысы АҚШ-та (Канзас штатында) – 26,5% орын алады. Ғалымдардың зерттеулері бойынша бидай дәніндегі ақуыз құрамы, бұрынғы ССРО-ның еуропалық территориясында солтүстік-батыстан оңтүстік-шығысқа (Қазақстанның солтүстігі) қарай орташа алғанда 8%-дан 20%-ға (кейде 26%) дейін өседі. Осы сияқты заңдылық майлы дақылдардың май құрамының өзгеруіне, қантты дақылдардың қант құрамының өзгеруіне де сәйкес келеді.

З.А.Мищенконың мәліметтері бойынша бидай дәнінің ақуыз құрамы (В) ауа температурасының тәуліктік амплитудасының вегетация кезеңіндегі орташа мәнімен ( $A_t$ ) жақсы байланыста болады:

$$B = 1,29 \cdot A_t + 2,1 \quad (3.2)$$

Бұл байланыс теңдеуі аномальді метеорологиялық жағдайда басқаша болады. Мысалы, климаты континентальді аудандарда дәнді дақылдардың ақуыз құрамы топырақ өте ылғалды болған жағдайда төмендеуі ықтимал.

### 3.3 Топырақ температурасы

Топырақ температурасы өсімдіктің дамуына, оның алғашқы фазаларында (дәннің өнуі, шығу, бұтақтану) қатты әсер жасайды. Бұл кезеңде температура жоғарылаған сайын өсімдіктің дамуы да қарқындайды. Сонымен қатар топырақ температурасы өсімдік тамырының дамуына, оның топырақтағы қоректік заттарды сіңіруіне, енгізілген минералдық

тыңайтқыштарды нәтижелі пайдалануына әсер жасайды және буланды анықтайды.

Топырақ температурасы кейінгі даму фазаларында да әсер жасайды. Топырақтың жоғары температурасы түйінделуді тежейді, мысалы картоп түйінінің пішіні бұзылады және майда болады.

Топырақ температурасының маңызы әсіресе солтүстік аудандарда және де оңтүстіктегі күздік дақылдардың қыстап шығуы кезеңінде зор. Мысалы күздік дәнді дақылдардың қыстап шығуына минус 6° - минус 8°С топырақ (3-5 см. тереңдіктегі) температурасы қолайлы болады.

Топырақ келесі жылуфизикалық қасиеттермен сипатталады:

- жылуsыйымдылық коэффициенті ( $c$ , Дж/м<sup>3</sup>·К);
- жылуөткізгіштік коэффициенті ( $\lambda$ , Вт/м·К);
- температураөткізгіштік коэффициенті ( $k$ , м<sup>2</sup>/с).

Топырақтың қызуы немесе салқындауы осы жылуфизикалық қасиеттерге тікелей бағынышты, ал олар топырақтың ылғалдығына, тығыздығына және механикалық құрамына байланысты өзгеріп отырады.

Жылуsыйымдылықтың сыбағалық және көлемдік түрлері ажыратылады. **Сыбағалық жылуsыйымдылық** ( $c$ ) деп бірлік салмақты топырақты 1°К-ге қыздыру үшін керек жылу мөлшерін айтады (Дж/кг·К). **Көлемдік жылуsыйымдылық** ( $c_k$ ) деп бірлік көлемді (1 м<sup>3</sup>) топырақты 1°К-ге қыздыру үшін керекті жылу мөлшерін айтады (Дж/м<sup>3</sup>·К). Топырақтың әртүрлі минералдық құрылымдарының көлемдік жылуsыйымдылығы 0,84 – 1,68 МДж/м<sup>3</sup>·К аралығында болады. Топырақтың көлемдік жылуsыйымдылығы, оның ылғалдығы мен қуыстығына (бостығына) бағынышты: неғұрлым ылғалды болса соғұрлым жылуsыйымдылығы жоғары болады. Оның себебі судың жылуsыйымдылығы (4,19 МДж/м<sup>3</sup>·К) ауаныкінен (0,00126 МДж/м<sup>3</sup>·К) көп есе артық. Сондықтан да әртүрлі топырақтың жылуsыйымдылығы негізінен оның қуыстарында ауа немесе судың болуына байланысты. Құрғақ топырақтар ылғалды топыраққа қарағанда жылдам қызады және жылдам салқындайды.

**Жылуөткізгіштік коэффициенті ( $\lambda$ )** деп табан ауданы  $1 \text{ м}^2$ , биіктігі  $1 \text{ м}$  топырақ бағанынан, төменгі және жоғарғы беттерінің температура айырмашылығы  $1^\circ\text{К}$  болғанда  $1$  секундта өтетін жылу мөлшерін айтады ( $\text{Вт/м}\cdot\text{К}$ ). Топырақтың әртүрлі минералдық құрылымдарының жылуөткізгіштігі шамамен  $0,4 - 2,5 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$  аралығында болады. Тыныштықтағы судың жылуөткізгіштігі  $\lambda = 0,54 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ , ал тыныштықтағы ауаныкі  $\lambda = 0,025 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$  болатындықтан топырақтың жылуөткізгіштігі де оның ылғалдығы мен қуыстығына бағынышты: топырақтың ылғалдығы артқан сайын жылуөткізгіштігі де артады, ал мұз болып қатқан топырақтікі одан да жоғары. Себебі мұздың жылуөткізгіштігі судан да жоғары ( $\lambda = 2,03 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ ). Ылғалдық артқан сайын жылуөткізгіштік жылусыйымдылыққа қарағанда жылдамырақ өседі.

Топырақтың жылусыйымдылығына температура да біршама әсер етеді, бірақ оны ескермесе де болады. Құрылымына байланысты топырақтың температурасы да әртүрлі болады. Мысалы, борпылдақ бос топырақ бетінің температурасы тығыз топыраққа қарағанда күндіз жоғары, түнде төмен болады, себебі оның жылуөткізгіштік коэффициенті кішірек.

Топырақтың қызуы мен салқындауы оның жылусыйымдылығына кері пропорционал, ал жылудың терең қабаттарға таралу жылдамдығы жылуөткізгіштік коэффициентіне тіке пропорционал.

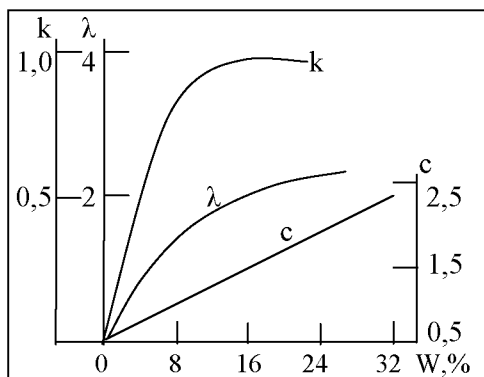
Топырақтың жылуөткізгіштік коэффициентінің жылусыйымдылық коэффициентіне қатынасын **температураөткізгіштік коэффициенті** ( $k, \text{ м}^2/\text{с}$ ) деп атайды:

$$k = \lambda/c_k. \quad (3.3)$$

Коэффициент  $k$  – топырақтың жоғарғы және төменгі қабаттары температураларының қаншалықты жылдам теңесетінін көрсетеді. Сан мәні бойынша  $k$  коэффициенті жылудың келуінің арқасында бірлік көлемді топырақтың температурасының өсуіне сәйкес келеді. Топырақтың әртүрлі минералдық құрылымдарының және ауаның

температураөткізгіштік коэффициенттері шамалас келеді, ал судікі бірнеше есе аз болады. Бірақ, топырақтың ылғалдығы артқанда, оның жылуөткізгіштік коэффициенті ( $\lambda$ ) жылу сыйымдылығына ( $c_k$ ) қарағанда жылдамырақ өседі. Сондықтан да, судың температураөткізгіштігі кіші болғанмен ылғал топырақтың температураөткізгіштік коэффициенті құрғақ топыраққа қарағанда жоғары болады.

Топырақ ылғалдығы төмен жағдайда ылғалдықтың артуымен бірге температураөткізгіштік жылдам өседі, ал ылғалдық жоғарылап белгілі деңгейден асқанда температураөткізгіштіктің өсуі баяулайды (3.1-сурет). Оның себебі – температураөткізгіштіктің жылу сыйымдылық пен жылуөткізгіштіктің өзгеруіне бағынышты болуында.



3.1-сурет. Ылғалдығына байланысты топырақтың жылуфизикалық қасиеттерінің өзгеруі

Эксперименттік мәліметтер негізінде көпшілік топырақ түрлері үшін жылуфизикалық сипаттамаларды есептейтін эмпирикалық теңдеулер анықталған:

$$\lambda = k \cdot c_k, \quad (3.4)$$

$$k = \left[ m_1 (W - m_4)^2 + 10^{-3} m_2 \rho_T + m_3 \right] \cdot 10^{-7}, \quad (3.5)$$

$$c_k = (c_T + c_{cy} 0,01W) \rho_T. \quad (3.6)$$

мұнда:  $W$  – топырақ ылғалдығы, %;  $c_m$  – абсолютті құрғақ топырақтың жылусыйымдылығы;  $c_{cy}$  – судың жылусыйымдылығы;

$\rho_m$  – топырақ тығыздығы;  $m_i$  – эмпирикалық коэффициенттер, топырақ түріне байланысты өзгереді (3.4-кесте).

3.4-кесте

Топырақтар үшін  $m_i$  эмпирикалық коэффициенттері

Топырақ түрі	$m_1$	$m_2$	$m_3$	$m_4$
Кәдімгі қара топырақ	-0,013	3,1	1,21	20
Оңтүстік қара топырағы	-0,0104	2,4	0,68	20
Сұр топырақ	-0,0062	2,7	-0,20	18

Топырақтағы жылу ағынына өсімдік жамылғысы қатты әсер етеді. Беті ашық жерге қарағанда ауылшарушылық дақылы бар жерде жылуалмасу процестері баяу жүреді. Бұл жерде негізгі фактор өсімдіктің жиілігі (қалыңдығы) болып табылады. Күндіз өсімдік жамылғысы топыраққа келетін жылуды азайтады, түнде одан кететін жылуды азайтады, яғни топырақ беті температурасының тәуліктік амплитудасын қысқартады.

Қыста топырақ температурасына екі негізгі фактор әсер етеді – ауа температурасы және қар жамылғысы. Қар жамылғысы бетінің шағылдыру және сәулешашу мүмкіндігі өте жоғары, оның радиациялық балансы теріс таңбалы. Сондықтан қар беті температурасы жерге жақын ауаға және ашық топырақ бетіне қарағанда төмен болады. Қар жамылғысының жылуөткізгіштігі өте төмен болатындықтан, оның жылусақтау қасиеті жоғары болады. Мысалы, қар қабаты қыстап шығушы дақылдарды қатты аяздардан сақтап қалады.

### 3.4 Өсімдік жамылғысының жылу балансы

Өсімдік жамылғысының жылу режимі, келетін және кететін жылу ағындарының арқасында құрылады.

Өсімдік жамылғысын горизонтальді бағытта біртекті деп алып, ондағы жылу мен су алмасуды квазистационарлы деп есептегенде ӨЖ-ның жылу балансы теңдеуі келесі сипатта болады:

$$R(L) = IE(L) + P(L) + B_T \quad (3.3)$$

мұнда:  $R(L)$  - ӨЖ-ның радиациялық балансы;

$I$  – жасырын булану жылуы,  $E(L)$  – ӨЖ-нан буланған су мөлшері;

$P(L)$  – ӨЖ арасындағы турбулентті жылу ағындары;

$B_T$  – ӨЖ топырағындағы жылу ағыны:

$$B_T = R_T - P_T - IE_T \quad (3.4)$$

мұнда:  $R_T$  – топырақтың радиациялық балансы;

$P_T$  – ӨЖ топырақ бетіндегі турбулентті жылу алмасуы;

$IE_T$  – топырақтағы су айналым.

ӨЖ жылу балансы теңдеуінде, радиациялық баланс  $R(L)$  оң таңбалы болып есептеледі, егер ол жылудың ӨЖ-на келуін сипаттаса. Теңдеудің басқа құраушылары оң таңбалы болып есептеледі, егер олар жылудың жұмсалуды сипаттаса.

Өсімдікте жүретін биохимиялық процестер нәтижесінде белгілі жылу мөлшері бөлінуі немесе жұмсалуды мүмкін. Бірақ олар өте кіші мәнді болатындықтан ескерілмейді. Мысалы фотосинтезге радиациялық баланстың 2% шамасы жұмсалады.

ӨЖ радиациялық балансы және топырақтағы жылу ағынының тәуліктік жүрісі негізінен бұлттылық жағдайымен анықталады. Аз бұлтты, жылы күндері (3.2-сурет):

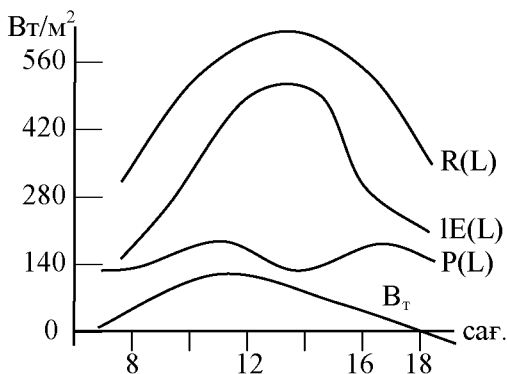
- булануға жұмсалған жылу  $IE(L)$  жүрісі радиациялық баланс жүрісіне ұқсас келеді;

- турбулентті жылуалмасу  $P(L)$  тал түсте күрт азаяды. Себебі сол уақытта жылудың көбі булануға жұмсалады.

- топырақтағы жылу ағынының  $B_T$  максимумы түс алдында байқалады. Ол ноль мәнінен кешке күн батар алдында, таңертең күн шыққаннан кейін өтеді, яғни күндіз төмен бағытталады (оң таңбалы), түнде жоғары бағытталады (теріс таңбалы).

Егісті суарған кезде жылу балансын құраушылар біршама өзгереді. Ең көп өзгертіні турбулентті жылу ағыны  $P(L)$  мен булануға жұмсалған жылу  $IE(L)$  болады, ал топырақтағы жылу ағыны  $B_T$  аз өзгереді. Суарғаннан кейін булануға жұмсалған

жылу  $IE(L)$  күрт артады, турбулентті жылу алмасу  $P(L)$  бәсеңдейді.



3.2-сурет. ӨЖ жылу балансы құраушыларының тәуліктік жүрісі

Булануға (транспирация) жылудың жұмсалуды  $IE(L)$  өсімдіктің даму фазасына да байланысты болады. Масақтану және гүлдену фазаларында булануға радиациялық баланстың 70-80% жылуы жұмсалады, ал одан кейін жапырақтар ауданы азаятындықтан - 50-60% жұмсалады. Вегетация барысында жапырақтардың салыстырмалы ауданы  $(L)$   $1,5 м^2/м^2$ -қа жеткенге дейін, оның жылу балансы құраушыларына әсері күшті болады, ал одан кейін айтарлықтай әсер жасамайды. Сонымен қатар жылу балансы құраушыларына өсімдіктің тамыр жүйесінің өсуі де айтарлықтай әсер етеді.

### 3.5 Өсімдік жамылғысындағы жылу алмасу

Өсімдік жамылғысы ішіндегі  $dz$  қабаты үшін жылу алмасуды қарастырайық. Онда келесі жағдайлар орындалсын делік:

1. өсімдік жамылғысы біртекті;
2. ӨЖ ішіндегі негізгі жылу тасымалдаушы механизм турбулентті диффузия;



3. өсімдіктің тамыры, сабағы және жапырағы бойымен тасымалданатын жылу аз болғандықтан, ол ескерілмейді.

Сонда ӨЖ ішіндегі  $dz$  қабаты үшін  $dt$  уақыт аралығындағы жылу балансы теңдеуі былай жазылады:

$$dq_{жк} + dq_{тд} - dq_a - dq_o = 0 \quad (3.5)$$

мұнда:  $dq_{жк} - dt$  уақыт аралығында жылу көзінен келетін жылу мөлшері;

$dq_{тд} - dt$  уақыт аралығында турбулентті диффузия арқасында келетін жылу мөлшері;

$dq_a - dt$  уақыт аралығында өсімдік арасындағы ауа жылуының өзгеруі;

$dq_o - dt$  уақыт аралығында өсімдік биомассасы жылуының өзгеруі.

Тәулік мерзіміне байланысты бұл теңдеудегі құраушылар кері таңбалы болуы мүмкін.

Жоғарыдағы теңдеуді ашып жазғанда ол келесі түрде болады:

$$c_a \frac{dT_a}{dt} + c_o M \frac{dT_o}{dt} = c_a \frac{d}{dz} \left( k_T \frac{dT_a}{dz} \right) + (\Pi(z, \tau) - I(z, \tau) - I E_L(z, \tau)) \quad (3.6)$$

мұнда:  $c_a$  – ауаның көлемдік жылусиымдылығы;

$c_o$  – өсімдік биомассасының көлемдік жылусиымдылығы;

$M$  – өсімдік биомассасының биіктік бойынша таралуы;

$k$  – ӨЖ арасындағы турбулентті жылу алмасу коэффициенті;

$T_a$  – ауа температурасы;  $T_o$  – өсімдік температурасы;

$\Pi(z, \tau)$  – ӨЖ-да жұтылған радиацияның таралуын сипаттайтын функция;

$I(z, \tau)$  – ӨЖ-да жылулық радиация ағынының таралуын сипаттайтын функция;

$E_L$  – ӨЖ-да транспирация қарқындылығын сипаттайтын функция.

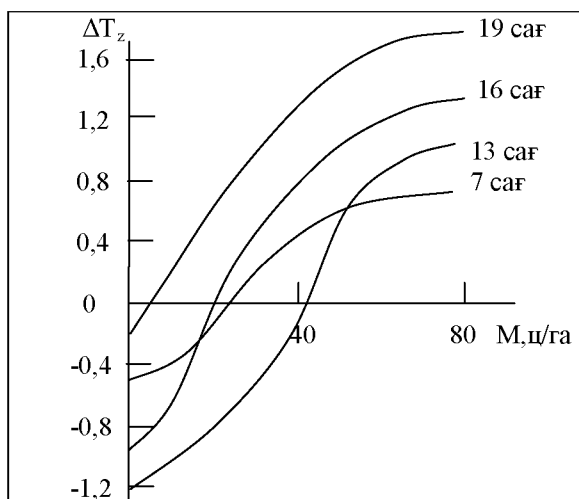
### 3.6 Өсімдік жамылғысы ауа температурасы

Өсімдік жамылғысының жерге жақын ауа температурасына әсері өте күрделі. Өсімдік жамылғысының ауаның жылу режиміне әсерін егіс алқабы ауа температурасы ( $T_{e.a}$ ) мен метеорологиялық станция ауа температурасын ( $T_{mc}$ ) салыстыру арқылы бағалауға болады:

$$\Delta T_z = T_{mc} - T_{e.a} \quad (3.7)$$

Өсімдік жамылғысының даму дәрежесіне байланысты  $\Delta T_z$  мәні тәулік ішінде оң және теріс таңбалы болуы мүмкін (3.3-сурет):

- Кіші фитомасса жағдайында метеостанциядағы температура егіс алқабы температурасынан төмен болады және максималді айырмашылық сағат 13-те орнығады;
- Фитомасса ұлғайған сайын егіс алқабы ауа температурасы төмендей береді және метеостанциядағыдан салқынырақ болады;
- Фитомасса 40 ц/га асқанда метеостанция температурасы тәулік бойы алқаптікінен біршама жоғары болады.



3.3-сурет. Метеостанция мен егіс алқабы ауа температуралары айырмашылығының ӨЖ салмағына (күрғақ масса) бағыныштылығы

Жерге жақын ауа қабатының температура алқабын сипаттау үшін топырақ-ауа температура айырмашылығы (температура секірісі) жиі қолданылады:

$$\Delta T_a = T_T - T_{2,0} \quad (3.7)$$

мұнда:  $T_T$  – топырақ беті температурасы;

$T_{2,0}$  – 2 метр биіктіктегі ауа температурасы.

Әрине жылу режимінің бұл көрсеткіші температура алқабының барлық ерекшеліктерін қамтымайды, бірақ жылу ағынының бағытын жақсы көрсетеді.

Температура секірісі мәні өсімдік жамылғысына және топырақ ылғалдығына байланысты өзгеріп отырады:

- ӨЖ фитомассасы артқан сайын температура секірісі мәні азаяды;
- Топырақ ылғалдығы артқан сайын температура секірісі мәні азаяды;
- Топырақ құрғақ немесе орташа ылғалды болғанда температура секірісі мәні оң таңбалы, яғни ауа топыраққа қарағанда салқын болады;
- ӨЖ фитомассасы 40 ц/га-дан асқанда және топырақ өте ылғалды болғанда температура секірісі мәні теріс таңбалы, яғни ауа топыраққа қарағанда жылы болады.

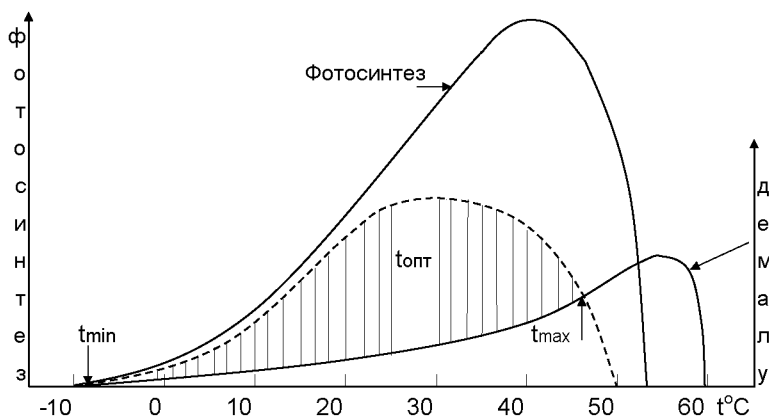
### **3.7 Фотосинтез бен демалудың температураға бағыныштылығы**

Температура химиялық реакциялардың жылдамдығын және әртүрлі ферменттердің белсендігін өзгерте отырып зат алмасу процесіне ықпал жасайды. Температура өскен сайын зат алмасу қарқынды жүреді.

Фотосинтез процесінде  $CO_2$  газын жұту температура оптимальді деңгейге дейін өскенше жылдамдайды. Сондықтан да температура өскенде фотосинтез қартқындылығы экспоненциальді заңмен артады. Тек өте жоғары температурада ( $t \geq 40^\circ C$ ) әртүрлі реакциялардың өз-ара сәйкестігі бұзылған кезде фотосинтез қарқындылығы жылдам әлсірейді (3.4-сурет).

Температура өскенде демалу процесі де жылдамдайды. Өте жоғары температураға жеткенде ( $t \geq 55^\circ C$ ) биохимиялық

процестердің жылдам жүретіні соншалықты, субстраттар және метоболиттермен қамтамасыздау зат алмасу процесі артынан үлгермей, демалу процесі қарқындылығы жылдам азаяды (3.4-сурет).



3.4-сурет. Фотосинтез бен демалу процесінің ауа температурасына бағыныштылығы (В. Лархер, 1978 ж.)

Брутто-фотосинтез бен демалу айырмасы – нетто-фотосинтез (1.3-тарау) өсімдік үшін минимальді, оптимальді және максимальді температура деңгейін анықтайды (3.4-сурет, штрихталған аудан). Фотосинтез бен демалудың оптимальді және максимальді температура деңгейлері өсімдіктердің жылуsүйгіштік дәрежесіне байланысты әртүрлі болады. Оптимальді температура  $C_3$ -өсімдіктер үшін 20-30°C,  $C_4$ -өсімдіктер үшін 30-40°C аралығын құрайды. Суреттегі жағдайда минимальді температура минус 8°C, оптимальді температура 25-30°C, максимальді температура 47°C -ға сәйкес келеді.

### БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Өсімдіктің жылулық режимі қандай факторлармен анықталады?
2. Ауа температурасының өсуі өсімдіктің дамуына қалай әсер жасайды?
3. Температураның тәуліктік амплитудасының өсімдік өміріндегі маңызын түсіндір.

4. ӨЖ жылулық режимі көрсеткіштерін ата.
5. Жылуға талабы бойынша өсімдіктер қандай топтарға жіктеледі?
6. Биологиялық минимальді температура деген не?
7. Температураның белсенді жинағы қалай есептеледі?
8. Температураның нәтижелі жинағы қалай есептеледі?
9. Балласты температура деген не?
10. Өсімдік термопериодизмін қалай түсінесің?
11. Бидай дәнінде ақуыз мөлшері қай жерлерде ең төмен және ең жоғары? Неліктен?
12. Бидай дәнінде ақуыз мөлшері Қазақстанда қанша шамада?
13. Бидай дәнінде ақуыз мөлшері континентальді климатта неліктен жоғары болады?
14. Топырақ температурасы өсімдікке қалай әсер жасайды?
15. Топырақтың негізгі жылуфизикалық қасиеттерін ата.
16. Топырақтың ылғалдығы артқан сайын жылуфизикалық қасиеттері қалай өзгереді?
17. Топырақтың жылуфизикалық қасиеттерінің өз-ара байланыс теңдеуін жаз.
18. Өсімдік жамылғысының жылу балансы теңдеуін жаз.
19. ӨЖ арасындағы турбулентті жылу ағыны ашық аспанды күні қалай өзгереді (күндізгі жүрісін сипатта)?
20. ӨЖ фитомассасы кіші жағдайда егіс алқабы мен метеорологиялық алаңның қайсысында ауа температурасы жоғары болады?
21. Топырақтың ылғалдығы артқан сайын температура секірісі (топырақ-ауа температура айырмашылығы) мәні қалай өзгереді?
22. Ауа температурасы өскен сайын фотосинтез бен демалу процестері қарқындылығы қалай өзгереді?
23. Өте жоғары температурада неліктен фотосинтез қарқындылығы әлсірейді?
24. Өсімдік үшін температураның минимальді, оптимальді және максимальді деңгейлерін қалай анықтауға болады?

## 4. ӨСІМДІК ЖАМЫЛҒЫСЫНЫҢ СУ РЕЖИМИ

Өсімдік өмірінде судың маңызы өте зор. Су өсімдік ағзасындағы келесі процестерге қатысады:

1. Фотосинтез процесінде оттегі және сутегі молекулаларына бөлініп, өсімдік клеткаларында көміртегілерін құруға;

2. Қоректік заттарды тасымалдауға, яғни топырақтағы қоректік заттарды ерітіп өсімдік ағзасына жеткізеді;

3. Өсімдік температурасын реттеуге (салқындатуға), яғни өсімдік ағзасынан буланғанда оның температурасын түсіреді.

Су жетіспеген жағдайда өсімдік клеткаларының протоплазмасы құрғап, өсімдік зақымданады.

Өсімдік суды топырақтан тамыр жүйесінің талшықтарымен және шашақтарымен сорып алады.

Суды өсімдік тамырымен және клеткаларымен жоғары көтеретін күшті **осмостық қысым** (осмос) дейді. Мәдени өсімдіктердің осмостық қысымы 5-12 атмосфер құрайды, ал жабайы өсімдіктерде одан да жоғары болады. (Атмосфера – қысымдық өлшем бірлік: 45° ендіктегі теңіз деңгейінде температура 0°C жағдайында биіктігі 760 мм болатын сынап бағанының түсіретін қысым күші).

### 4.1 Өсімдіктердің суды қажетсінуі бойынша жіктелуі

Әртүрлі табиғи жағдайға бейімделген өсімдіктер суды әртүрлі мөлшерде қажетсінеді. Қазіргі кезде А.П.Шенников жіктемесі бойынша өсімдіктер 4 топқа бөлінеді: гидрофиттер, гигрофиттер, ксерофиттер және мезофиттер.

**Гидрофиттер** – суда еркін жүзіп өсетін немесе су қоймасы табанына тамыр тастайтын өсімдіктер. Мысалы, су лилиясы.

**Гигрофиттер** - су қоры өте мол жерлерде өсетін құрлық өсімдіктері. Оларға ылғалды тропиктік ормандар және балшықты жерлер өсімдіктері жатады.

**Ксерофиттер** – анатомиялық, морфологиялық және физиологиялық ерекшеліктеріне байланысты судың уақытша және біршама жетіспеушілігіне бейімделген өсімдіктер. Олардың топырақтағы суды сорып алу мүмкіндіктері жақсы

дамыған. Оларға сексеуіл, жантақ сияқты шөл-шөлейт және дала өсімдіктері жатады. Кейбір өсімдіктердің тамыр жүйесі шашақты болып топырақ бетіне жақын жататындықтан жауын суын толықтай сіңіріп алып денесінде ұзақ уақыт сақтайды (кактус). Екіншісінде – қалың шашақты болып үлкен топырақ көлемін қамтиды (масақты өсімдіктер), үшіншісі - өзекті тамырын өте тереңге жіберіп капиллярлық каймаға дейін жеткізеді (сексеуіл, жантақ).

**Мезофиттер** – гигрофиттер мен ксерофиттер арасындағы өсімдіктер. Оларға қоңыржай ылғалды аймақта таралған талды, бұталы, шөпті және мәдени өсімдіктер, сонымен қатар шөлейтті жерлерде өсетін эфемерлер мен эфемероидтар да жатады.

#### **4.2 Топырақ құрамы және топырақ суының категориялары**

Топырақ құрамы 4 фазадан тұрады: қатты, сұйық, газды және тірі.

Қатты фаза келесі заттардан тұрады:

1. біріншілік үгінді минералдар (кварц, пироксендер, лимонит және т.б.);
2. екіншілік сазды минералдар (иллит, аргиллит, каолинит және т.б.);
3. гумустық заттар - қарашірік (гумин қышқылдары және фульво қышқылдары);
4. өсімдіктер мен жәндіктердің ыдырамаған қалдықтары.

Сұйық фаза құрамында еріген заттары бар судан тұрады.

Газды фаза құрамында оттегі 18%, азот 79%, көмірқышқылы 3%-ға дейін болатын ауадан тұрады.

Тірі фаза топырақта өмір сүретін құрт-құмырсқа, жәндіктерден тұрады.

Топырақ әртүрлі мөлшерлі және пішінді бөлшектерден тұратын дисперсті дене болып табылады, және де қуыстылығымен ерекшеленеді.

Қатты, сұйық және газды фазаларының өз-ара көлем немесе салмақ бойынша ара қатынасы топырақ құнарлығының

физикалық жағдайын анықтайды. Қатты фаза 50%, сұйық – 25%, газды - 25% болғанда идеальді жағдай орнығады.

Сұйық фаза салмағының ( $m_c$ ) қатты фаза салмағына ( $m_k$ ) қатынасы топырақтың салмақтық ылғалдығын сипаттайды ( $W_m$  – 100 көбейтіп %-бен алынады):

$$W_m = \frac{m_c}{m_k} * 100\% \quad (4.1)$$

Сұйық фаза көлемінің ( $V_c$ ) жалпы топырақ көлеміне ( $V_k$ ) қатынасы топырақтың көлемдік ылғалдығын сипаттайды ( $W_v$  – 100 көбейтіп %-бен алынады):

$$W_v = \frac{V_c}{V_k} * 100\% \quad (4.2)$$

Көлемдік ылғалдық пен салмақтық ылғалдық өз-ара келесідей қатынаста болады:

$$W_v = W_m \frac{\rho_{кт}}{\rho_{cy}} = W_m \rho_{кт}, \quad (\text{себебі } \rho_{cy} \approx 1) \quad (4.3)$$

мұнда:  $\rho_{кт}$  – құрғақ топырақ тығыздығы;  $\rho_{cy}$  – су тығыздығы.

Көпшілік жағдайда топырақ ылғалдығын жауын-шашын мөлшерімен салыстыруға қолайлау үшін миллиметрмен (мм су қабаты) есептейді:

$$W(\text{мм}) = W_m \frac{\rho_T h}{10} \quad (4.4)$$

мұнда:  $\rho_T$  – топырақ тығыздығы;

$h$  – топырақ қабатының қалыңдығы, см.

Ал, егер оны 10-ға көбейтсек мелиоративтік есептеулерде қолданылатын өлшемге ( $\text{м}^3/\text{га}$ ) көшеді:

$$W(\text{м}^3/\text{га}) = W_m \rho_T h \quad (4.5)$$



### **Топырақ суының категориялары.**

Топырақтың ылғалдық жағдайы, топырақ қуыстарының мөлшері мен пішіндеріне ғана емес, сонымен қатар судың қасиеттеріне де байланысты болады. Топырақта судың ұсталып тұру механизміне байланысты, физикалық және химиялық қасиеттері әртүрлі топырақ ылғалының үш категориясы ажыратылады: байланысқан, капиллярлық және гравитациялық.

**Байланысқан су** – топырақ бөлшектерінің бетінде адсорбциялық күшпен (молекулалық байланыс күші) ұсталып тұрады. Адсорбициялық күш негізінен топырақ бөлшегі мен су молекулаларының электрлік қасиеттеріне бағынышты. Нәтижесінде су молекулалары топырақ бөлшектерімен 50-1000 атмосфер күшпен байланыста болады, яғни ол су, қасиеттері бойынша қатты денеге жақын келеді. Ондай су *тығыз байланысқан су* деп аталады, оның тығыздығы бірден жоғары және минус 4°C-дан төмен температурада қатады. Температурасы минус 78°C топырақта біршама қатпаған су болады. Тығыз байланысқан судың сыбағалы жылусиымдылығы бірге тең және ол электр тоғын өткізбейді, ештеңені ерітпейді. Тығыз байланысқан суды өсімдіктер сіңіре алмайды.

Топырақ бөлшегімен байланысқан су молекулаларының сыртқы қабаты азырақ күшпен ұсталып тұрады. Ондай суды *бос байланысқан су* деп атайды. Ылғалдың бұл түрін кейбір өсімдіктер сіңіре алады.

**Капиллярлық су** – топырақта менискілік күшпен (беттік керілу күші) ұсталып тұрады. Ол күш мөлшері топырақтағы қуыстардың пішіні мен мөлшеріне байланысты өзгереді. Топырақтағы қалың капиллярлар торы көп су мөлшерін ұстап тұра алады. Ол капиллярларда су 50 атмосфераге дейінгі күшпен ұсталып тұрады және 0°C температурада қата бастайды. Өсімдікті сумен қамтамасыздауда капиллярлық судың маңызы өте зор.

Егер капиллярлардағы су жер асты суымен қатынаста болса оны капиллярлы-тақалған су, ал қатынаста болмаса – капиллярлы-ілінген су деп атайды.

Капиллярлық су ылғалды жерден құрғақ жаққа қарай капиллярлар бойымен вертикальді және горизонтальді бағытта жылжи алады. Табиғи жағдайда жер асты суы капиллярлар

бойымен ауыр топырақтарда 6 метрге дейін, жеңіл топырақта 2 метрге дейін көтеріле алады. Сазшыл топырақтардың суды жоғары көтеру мүмкіндігі өте жоғары, бірақ капиллярлары өте жінішке саз топырақта судың көтерілуіне кедергі жасайтын күш үлкен болады.

**Гравитациялық су** – топырақ қуыстарында капиллярлық су мөлшерінен артық болатын және ауырлық күші әсерімен төмен сорғитын су мөлшері. Гравитациялық су топырақ бөлшектерімен байланыста болмайды және қасиеттері бойынша еркін судан айырмашылығы жоқ. Өсімдікті сумен камтамасыздауда гравитациялық судың үлесі үлкен емес. Себебі ол, қар ерігеннен кейін немесе жаңбыр жауғаннан кейін топырақтың жоғарғы қабатында ұзақ ұсталып тұрмайды.

#### **4.3 Топырақтың агрогидрологиялық қасиеттері**

Өсімдіктер топырақтағы судың бәрін сіңіре алмайды. Өсімдік өзінің тамыр жүйесінің сору күшінен кіші күшпен топырақта ұсталып тұрған суды ғана пайдалана алады. Сондықтан өсімдік пайдалана алатын су мөлшерін анықтағанда топырақтың агрогидрологиялық қасиеттері қолданылады.

Топырақтың агрогидрологиялық қасиеттері - өсімдікке жеткіліктігіне байланысты топырақ суының қасиеттері өзгеретін нүктелер. Кең қолданылатын агрогидрологиялық қасиеттер: сіңірілмейтін су; тұрақты солу ылғалдығы; кіші, капиллярлық және толық су сыйымдылығы.

**Сіңірілмейтін су** – тамыр жүйесінің осмостық қысымынан артық күшпен топырақта ұсталып тұратын су. Өсімдік игере алатын топырақ ылғалы шегі тығыз байланысқан су мөлшеріне сәйкес келеді.

**Тұрақты солу ылғалдығы (ТСЫ)** – ауа ылғалдығы қанығу жағдайында болғанның өзінде өсімдіктің тұрақты солуы басталатын топырақ ылғалдығы. Ол абсолютті құрғақ топырақ салмағымен салыстырылып %-бен сипатталады. Ондай ылғалдықта топырақтан алған су өсімдіктің өмір сүруіне жеткіліксіз болатындықтан оның өсуі тоқтайды.

Әртүрлі топырақтардың ТСЫ мәні әртүрлі болады: неғұрлым майда бөлшекті және қарашірікке бай (құнарлы)

болса, соғұрлым ТСЫ жоғары болады. Шамамен алғанда ол топырақтағы байланысқан су мөлшеріне тең болады.

Тұрақты солу ылғалдығы құмда 1,5%-ке дейін, сазшыл топырақта – 4-12%, сазды топырақта – 20%-ке дейін, ал органикалық топырақта – 50%-ға дейін болады.

Топырақтағы тұрақты солу ылғалынан артық су мөлшерін **өнімді су** (ылғал) деп атайды, яғни ол су өсімдіктің өсіп-өнуіне пайдалы су.

**Топырақ су сыйымдылығы.** Топырақтың суды ұстап тұру мүмкіндігі оның қасиеттерімен және жер асты суының тереңдігімен анықталады. Жер асты суы айнасының (қазылған құдықтың қабырғаларынан ағып жиналған су беткейі) жату тереңдігіне байланысты топырақтың толық, капиллярлы және кіші су сыйымдылықтары ажыратылады.

**Толық су сыйымдылық (ТС)** – жер асты су айнасы топырақ бетіне шығып және барлық қуыстар суға толған жағдайда топырақтағы барлық су мөлшері. Абсолютті құрғақ топырақ салмағы бойынша %-бен есептеледі: құмдақ топырақтар – 20-25%, сұр топырақтар – 25-30%, қара топырақтар – 30-35%, батпақты – 120-140%.

**Капиллярлық су сыйымдылық (КС)** – Жер асты су айнасы үстіндегі топырақтың ұстап тұра алатын максималды су мөлшері. Ол толық су сыйымдылығының 80-90%-ын құрайды.

**Кіші су сыйымдылық (КСС)** – топырақтың жер асты суымен байланысы жоқ жағдайда капиллярлық кайма (судың капиллярлар бойымен көтерілу деңгейі) үстінде ұстап тұра алатын максималды су мөлшері (4.1-кесте).

4.1-кесте

Кіші су сыйымдылығы, мм

Топырақ түрі	Топырақ қабаты	
	0-20 см.	0-100 см.
Құм	20-30	80-120
Құмдақ	30-40	150-170
Саздақ	40-50	170-190

#### 4.4 Топырақтың су балансы

Топырақтағы тамыр жүйесі қабатына келетін және кететін барлық сулар жиынтығы топырақтың су балансы деп аталады. Су балансы белгілі бір кезеңге (күн, апта, декада, ай, маусым, вегетация кезеңі) есептеледі. Көпшілік дәнді дақылдардың тамыр жүйесі 1-1,5 м, жеміс ағаштарыныкі - 5 м-ден тереңге дейін таралады. Алқаптық дақылдардың тамыр жүйесінің белсенді бөлігі вегетацияның басында 20 см, сосын 50 см, ортасында - 100 см топырақ қабатында орналасады.

Топырақтағы су қоры берілген кезеңнің басында  $W_6$ , сонында  $W_c$  болғанда, топырақтың су қоры балансының толық теңдеуі жазылады:

$$W_c - W_6 = [(\Theta_{ж} + \Theta_c) + \Theta_{жс} + \Theta_{кба} + \Theta_{kia} + \Theta_k] + [(\Theta_6 + \Theta_{тр}) + \Theta_{ба} + \Theta_{ia} + \Theta_{cc}] \quad (4.6)$$

мұнда:

$\Theta_{ж}$  – жауын мөлшері;

$\Theta_c$  – суландыру мөлшері;

$\Theta_{жс}$  – жер асты суынан келген су мөлшері;

$\Theta_{кба}$  – көрші участкеден беткеймен ағып келген су;

$\Theta_{kia}$  – көрші участкеден топырақ ішімен ағып келген су;

$\Theta_k$  – атмосферадан конденсация процесінде келген су;

$\Theta_6$  – топырақтан буланған су мөлшері;

$\Theta_{тр}$  – транспирация - өсімдіктен буланған су мөлшері;

$\Theta_{ба}$  – беткеймен ағып кеткен су мөлшері;

$\Theta_{ia}$  – топырақ ішімен ағып кеткен су мөлшері;

$\Theta_{cc}$  – төмен қарай сорғып кеткен су мөлшері.

Жер беті тегіс болып, жер асты суы тереңде жатқан жағдайда су балансын қысқартылған теңдеумен жазуға болады:

$$W_c - W_6 = (\Theta_{ж} + \Theta_c) - (\Theta_6 + \Theta_{тр}). \quad (4.7)$$

#### 4.5 Топырақтағы өнімді су қоры

Ауыл шаруашылық дақылдарының өсу жағдайын бағалау үшін вегетация кезеңінде әрдайым топырақ ылғалдығы, яғни **өнімді су (ылғал) қоры (ӨСҚ)** анықталып отырылады.

Егіс алқабында топырақ ылғалдығын анықтайтын тура және жанама әдістер бар.

Тура әдіске топырақ ылғалдығын термостатты-салмақтық әдіспен анықтау жатады. Ол әдіс бойынша арнайы бұрғымен әр 10 сантиметрлік топырақ қабатынан (1 метрге дейін) топырақ үлгісі алынып, оның нақты салмағы және кепкеннен кейінгі салмағы өлшенеді. Екі салмақ айырмашылығы бойынша салыстырмалы ылғалдығы анықталады, сосын ол миллиметрлік өлшемге айналдырылады.

Жанама әдістер бойынша топырақтың ылғалдыққа байланысты өзгертін қасиеттері өлшенеді. Мысалы: электрлік кедергісі (омдық әдіс), капиллярлық керілу күші (тензиометрикалық әдіс), гамма сәулені әлсіретуі (нейтрондық әдіс).

Топырақтағы өнімді су қоры ( $W$ ), ондағы нақты су қоры ( $w'$ ) мен тұрақты солу ылғалдығы мәні ( $k'$ ) айырмашылығы ретінде анықталады (граммен алғанда):

$$W = w' - k' \quad (4.8)$$

Агрометеорологияда жауын және булану мөлшерімен салыстыруға қолайлы болу үшін топырақ ылғалдығы миллиметр су қабатымен өлшенеді. Топырақ ылғалдығы термостатты-салмақтық әдіспен анықталғанда қолданылады:

$$W = 0,1hd (w - k) \quad (4.9)$$

мұнда:  $W$  – өнімді су қоры, мм;

0,1 – миллиметрге айналдыратын коэффициент;

$h$  – топырақ қабатының қалыңдығы, (10 см);

$d$  – топырақтың көлемдік салмағы,  $г/см^3$ ;

$w = \frac{w'}{m} 100\%$  - топырақ ылғалдығы, %;

$k = \frac{k'}{m} 100\%$  - тұрақты солу ылғалдығы, %;

m – құрғақ (кептірілген) топырақ үлгісінің салмағы, г.

#### **4.6 Топырақтағы өнімді су қорының жылдық жүрісі түрлері**

Топырақ ылғалдығын әртүрлі топырақтық-климаттық аймақтарда көп жылдар бойы өлшеу нәтижесінде, өнімді су қорының құрылу заңдылықтарына және ауа-райына байланысты өнімді су қорының жылдық жүрісінің төрт түрі ажыратылады:

**1. Су алу түрі** – жер асты суы биік жататын аудандарға сипатты, максималды сулану кезінде су айнасы беткі қабатқа, кейде топырақ бетіне шығады. Минималды сулану кезінде капиллярлық аймақтың жоғарғы шекарасы (кайма) топырақ бетінен жазғы айларда ғана төмен түседі.

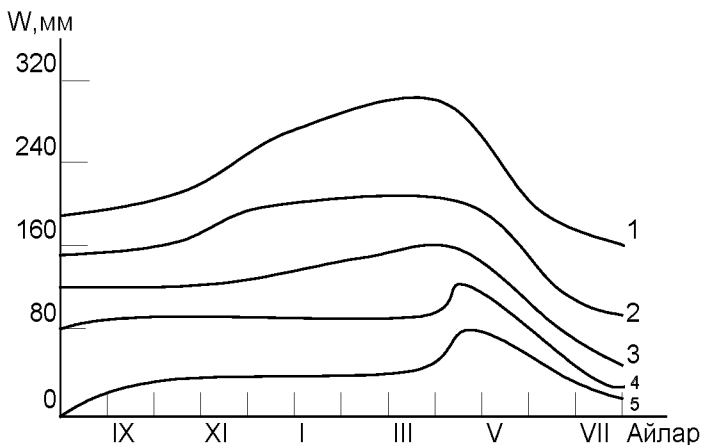
Макималды ӨСҚ қыстың соңында байқалады және толық су сиымдылығына жетіп, жоғарғы 1 метр топырақ қабатында 300 мм-ге дейін құрайды. Ол көктемде 250 мм, жазда 150 мм-ге дейін азаяды.

**2. Капиллярлық ылғалдану түрі** – максималды сулану кезінде жер асты суы топырақтың тамыр қабатына жетіп, капиллярлық аймақ жер бетіне шығады.

Макималды ӨСҚ қыстың соңында байқалады және капиллярлық су сиымдылығына жетіп, жоғарғы 1 метр топырақ қабатында 200 мм-ге дейін құрайды (саздақ топырақ). Ол көктемде 150 мм, жазда 100 мм-ге дейін азаяды.

**3. Көктемгі толық ылғалдану түрі** - жер асты суы терең жататын, капиллярлық аймақ топырақтың тамыр қабатына жетпейтін аудандарға сипатты. Максималды ӨСҚ көктемде байқалады және кіші су сиымдылығына жетіп, жоғарғы 1 метр топырақ қабатында 170 мм-ге дейін құрайды (саздақ топырақ). Ол жазда, вегетация кезеңі соңында 50 мм-ге дейін азаяды.

**4. Көктемгі әлсіз ылғалдану түрі** - жер асты суы терең жататын қуаңшыл аудандарға сипатты. Максималды ӨСҚ көктемде байқалады және кіші су сиымдылығынан біршама төмен болады, жоғарғы 1 метр топырақ қабатында 100 мм-ге дейін құрайды (саздақ топырақ). Ол жаздың соңында 0 мм-ге дейін түседі.



4.1-сурет. Өнімді су қорының жылдық жүрісі (С.А.Вериго, Л.А.Разумова). Түрлері: 1 - су алу; 2 – капиллярлық ылғалдану; 3 – көктемгі толық ылғалдану; 4 және 5 – көктемгі әлсіз ылғалдану.

#### 4.7 Өсімдіктің суды қажетсінуі

Өсімдіктің суды қажетсінуі, оның оптимальді ылғалдану жағдайында транспирация мен булануға жұмсаған су мөлшерімен анықталады.

##### *Дақылдардың суды қажетсінуін есептеу әдістері.*

Дақылдардың суды қажетсінуін әртүрлі жанама әдістермен есептеп табуға болады. Оптимальді ылғалдану жағдайында фитоценоздың суды қажетсінуі жиынтық булануға (булану+транспирация) сәйкес деп есептесек, оны өсімдіктің жылыу балансы теңдеуінен (3.3) есептеп табуға болады:

$$E_{\phi} = \frac{R(L) - P(L) - B_{\tau}}{I}, \quad (4.10)$$

мұнда:  $E_{\phi}$  – фитоценоздың берілген кезең аралығында суды қажетсінуі;  $R(L)$  – ӨЖ радиациялық балансы;  
 $I$  – жасырын булану жылуы;  
 $P(L)$  – ӨЖ турбуленттік жылу алмасуы;  
 $B_{\tau}$  – топырақтағы жылу ағыны.

А.М.Алпатьев (1954) өсімдіктің суды қажетсінуін шамамен келесі теңдеумен есептеуді ұсынған:

$$E = 0,65 \Sigma d , \quad (4.11)$$

мұнда: E – фитоценоздың суды қажетсінуі, мм;

$\Sigma d$  – орташа тәуліктік ауа ылғалдылығы тапшылығының вегетация кезеңіндегі жинағы;

0,65 – орташаланған коэффициент (0,60 – 0,70 аралығында өзгереді).

Ауылшаруашылық дақылдарының суды қажетсінуі вегетация кезеңінің ұзақтығы мен ауа-райы жағдайына бағынышты болады (4.2-кесте).

Х.Л.Пенман фитоценозға қажетті су мөлшерін келесі теңдеумен есептеуді ұсынған:

$$E_{\phi} = f E_0 , \quad (4.12)$$

мұнда:  $E_0$  – ашық су бетінен булану, мм;

f – коэффициент, жыл бойынша орташа алғанда 0,7.

4.2-кесте

Өсімдіктің вегетация ұзақтығының суды пайдалануға әсері (А.М.Алпатьев бойынша, 1954)

Дақыл	Вегетация ұзақтығы, тәулік	Жұмсалған су мөлшері, мм		1 тәулікте жұмсалған су, мм
		барлығы	оның ішіндегі жауын	
Сұлы	67	182	92	2,7
Қарақұмық	93	264	184	2,8
Арпа	97	264	187	2,7
Жаздық бидай	101	271	187	2,7
Жүгері	131	317	265	2,4
Қант қызылшасы	154	407	303	2,6

М.И.Будыко өсімдіктің суды қажетсінуін буланушылыққа жуық деп алып, оны анықтау үшін келесі теңдеуді ұсынған:



$$E_o = \rho D(q_o - q_2), \quad (4.13)$$

мұнда:  $\rho$  – ауа тығыздығы;

$D$  – алмасу коэффициенті, жылы кезеңде 0,60-0,70 см/с аралығында өзгереді;

$q_o$  – буландырушы беткей температурасымен есептелген қаныққан су буының салмақтық үлесі;

$q_2$  – 2 м биіктіктегі су буының салмақтық үлесі (сыбағалы ылғалдылық).

#### 4.8 Өсімдіктің сумен қамтамасыздығы

Ауылшаруашылық дақылдарының күйі және өнімділігі негізінен топырақтағы өнімді су қоры мөлшерімен анықталады. Өсімдіктің сумен қамтамасыздығы, оған қажетті су мөлшеріне топырақтағы нақты өнімді су қоры мөлшерінің сәйкестігімен анықталады. Іс жүзінде өсімдіктің сумен қамтамасыздығы өнімді су қоры мөлшерін (ӨСҚ) алқаптың кіші су сыйымдылығымен (КСС) салыстыру арқылы бағаланады (пайызбен, 4.3-кесте). Сонымен қатар вегетация кезеңіндегі нақты жиынтық булану мөлшерін оптимальді жиынтық булану мөлшерімен (буланушылық) де салыстыру арқылы бағалауға болады.

4.3-кесте

Дақылдардың сумен қамтамасыздану жағдайы

Сумен қамтамасыздану дәрежесі	ӨСҚ-ның КСС-мен салыстырғандағы үлесі, %
Жеткіліксіз	< 50%
Қанағатты	50-80%
Оптимальді	80-100%
Артық ылғалды	100-120%
Өте ылғалды	> 120%

Е.С.Уланованың зерттеулері бойынша дәнді дақылдардың сумен жақсы қамтамасыздану жағдайы топырақтың беткі

жыртылмалы 20 см қабатында ӨСҚ 30-40 мм, 100 см қабатында – 150-200 мм болғанда орнығады. Ауылшаруашылық дақылдары суды вегетациясының алғашқы даму фазаларында көбірек, соңғы фазаларында азырақ қажет етеді (4.4-кесте).

4.4-кесте

Күздік бидайдың ӨСҚ-мен (мм) қамтамасыздану жағдайы жағдайы

Даму фазасы	Сумен қамтамасыздану дәрежесі			
	оптимальді	қанағатты	жеткіліксіз	нашар
Көктемгі вегетацияның басталуы	150-200	120-150	100-120	< 100
Сабақтану	140-180	100-140	80-100	< 80
Масақтану	80-140	60-80	40-60	< 40
Дәннің толуы	80-100	40-80	30-40	< 25

Ауылшаруашылық дақылдарының суды ерекше қажет ететін, яғни *суға қатысты критикалық кезеңдері* болады:

- күздік және жаздық дәнді дақылдар – сабақтанудан масақтануға дейін;
- жүгері – гүлденуден сүттік пісуге дейін,
- бұршақ тұқымдастар мен қаракұмық – гүлдену фазасы,
- күнбағыс – себеттенуден гүлденуге дейін,
- мақта – гүлденуден қауашақ құруға дейін,
- картоп – гүлденуден түйін құруға дейін,
- бакшалық дақылдар – гүлденуден пісуге дейін.

#### 4.9 Топырақтың су режимін реттеу тәсілдері

Топырақтың су режимін реттеу тәсілдеріне жатады: суландыру, кептіру, жерді тынықтыру, топырақты өңдеудің агротехникалық тәсілдері, алқапты қорғайтын орман жолағы, қар мелиорациясы. Бұл тәсілдер топырақта су қорын сақтауға немесе артық ылғалды жоғалту арқылы топырақ аэрациясын жақсартуға бағытталады.

Қуаңшыл жерлерде ең нәтижелі тәсіл – *суландыру*. Оның беткейлік және топырақ іші суландыру түрлері бар. Суландыру

мөлшері және мерзімдері топырақ ылғалдығы, ауа-райы жағдайы және өсімдік түріне байланысты өзгеріп отырады. Суландыру арқасында ауылшаруашылық дақылдарының өнімділігі 1,5-2,5 есеге артады.

Жеткіліксіз ылғалы аймақтарда *жерді тынықтыру* топырақта судың жиналуына жағдай жасайды. Ондайда алқап арам шөптен таза, топырағы бос болатындықтан су жақсы жинақталып топырақ құнарлығы артады. Жердің жыртылу мерзіміне байланысты көктемгі немесе күзгі жер тынықтыру ажыратылады.

Қуаңшыл аудандарда дақылдардың сумен қамтамасыздығын арттыратын тәсілдің бірі - *орман жолағын отырғызу*. Ірі ауылшаруашылық алқаптары арасында отырғызылған талды-бұталы жолақтар жел жылдамдығын азайту арқылы булануды шегереді, қарды тұрақтатады және оның көктемде біркелкі еруін қамтамасыздайды, жел және су эрозиясына кедергі жасайды, микроклиматты жақсартады, сонымен қатар дақылдар зиянкестерін жейтін құстар онда ұя салады. Нәтижесінде орман жолақтары ауылшаруашылық дақылдарының өнімділігін 10-25%-ға арттырады.

Keң тараған тәсілдердің бірі – *биік сабақты бір жылдық дақылдарды егу* (күнбағыс, жүгері, сұлы, т.б.). Қыс маусымында олардың биік және берік сабақтары алқапта қарды тоқтатады, нәтижесінде көктемде топырақ ылғалдығы біршама жоғары болады.

Алқапта суды жинау және сақтаудың маңызды құралы болып топырақты өңдеудің агротехникалық тәсілдері табылады – топырақты эрозиядан қорғайтын, оның су қоры мен құнарлығын сақтайтын технологиялық шаралар.

Ерте көктемгі жер жырту және қопсыту булануды азайтады, қар және жаңбыр суының жақсы сіңуіне жағдай жасайды. Қазақстанның солтүстігінде күзде топырақты аудармай, өсімдік қалдығын сақтай отырып жырту жақсы нәтиже береді.

Өте ылғалданбаған топырақты дақылды сепкеннен кейін тығыздау, оның температурасы мен ылғалдығын артырады.

*Қар мелиорациясы* - әртүрлі тәсілдермен қар тоқтату, қар жинау және қарды тығыздау да нәтижелі шара болып табылады.

## БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Су өсімдік ағзасында қандай процестерге қатысады?
2. Осмотық қысым деген не? Мәдени өсімдіктердің осмотық қысымы қанша болады?
3. Өсімдіктер суды қажетсінуі бойынша қандай топтарға бөлінеді?
4. Мезофиттерге қандай өсімдіктер жатады?
5. Топырақ қандай фазалардын тұрады?
6. Топырақтың қатты фазасы қандай заттардан тұрады?
7. Топырақтың газды фазасы қандай заттардан тұрады? Пайыздық құрамын ата.
8. Топырақ фазаларының қандай пайыздық құрамында идеальді жағдай орнығады?
9. Миллиметрмен алынған топырақ ылғалдығы қандай теңдеумен анықталады?
10.  $m^3/га$ -мен алынған топырақ ылғалдығы қандай теңдеумен анықталады?
11. Топырақ суы қандай категорияларға бөлінеді?
12. Байланысқан су деген не?
13. Капиллярлық су деген не?
14. Графитациялық су деген не?
15. Топырақтың агрогидрологиялық қасиеттерін ата.
16. Тұрақты сол ылғалдығы деген не?
17. Топырақтың өнімді су қоры деген не?
18. Топырақтың қандай су сыйымдылықтары ажыратылады?
19. Топырақтың кіші су сыйымдылығы деген не?
20. Топырақтың су балансы теңдеуі қандай құраушылардан тұрады?
21. Топырақтың өнімді су қорын анықтайтын теңдеуді жаз.
22. Топырақтың өнімді су қорының қандай жылдық жүрісі түрлері бар?
23. Өсімдіктің суды қажетсінуі немен анықталады? Қандай есептеу әдістерін білесің?
24. Өсімдіктің сумен қамтамасыздығы қалай бағаланады?
25. Дәнді дақылдардың суға қатысты критикалық кезеңін ата.
26. Топырақтың су режимін қандай тәсілдермен реттеуге болады?

## 5. ЖЫЛЫ КЕЗЕНДЕГІ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ ҚОЛАЙСЫЗ ЖАҒДАЙЛАР

Ауылшаруашылық дақылдарының өнімділігі мен өнім сапасы агрометеорологиялық жағдайдың қолайлығына байланысты жылдан жылға өте өзгермелі келеді. Кейбір өте қолайсыз жылдары егін шықпай да қалуы мүмкін. Ондай жағдайларды **қолайсыз табиғи құбылыстар** (ҚТҚ) деп атайды.

Жылы кезеңде ауыл шаруашылығына қауіпті агрометеорологиялық құбылыстарға (ҚТҚ) үсік, қуаңшылық, аңызак, күшті жел, күшті нөсер және бұршақ жатады.

### 5.1 Үсік ұру

Орташа тәуліктік ауа температурасы оң таңбалы кезеңде ауа температурасының және топырақ беті температурасының  $0^{\circ}\text{C}$ -ға және одан да төмен түсуін **үсік** деп атайды. Үсік негізінде көктемде және күзде антициклондық ауа-райында байқалады. Көктемнің соңындағы және күздің басындағы үсіктер дақылдар үшін өте қауіпті.

Қарқындылығына байланысты үсіктер әлсіз, орташа және күшті болып жіктеледі. *Әлсіз үсікке* төселме беткей температурасының минус  $2^{\circ}\text{C}$ -ға дейін төмендеуі жатады. *Орташа үсік* жағдайында төселме беткей температурасы минус  $3-4^{\circ}\text{C}$ -ға дейін төмендейді және ол жерге жақын ауа қабатын камтиды. *Күшті үсік* кезінде температура  $5^{\circ}\text{C}$ -ға дейін төмендейді және ол жерден 1,5 – 2 метрге дейінгі ауа қабатын камтиды.

Үсіктің болу ұзақтығына байланысты ұзақ уақыттық ( $> 12$  сағ), ұзақтығы орташа ( $5 - 12$  сағ) және қысқа уақыттық ( $< 5$  сағ) үсіктер ажыратылады.

Ауа райына және үсікті тудыратын процестер сипатына байланысты адвективті, радиациялық және адвективті-радиациялық үсіктер ажыратылады.

**Адвективті үсіктер** шығу тегі арктикалық салқын ауа массаларының келуінен туады. Олар негізінде көктем мен күзде байқалады және жерге жақын қалың ауа қабатын камтиды, үлкен территорияға таралады, бірнеше тәулік бойы тұрады.

Адвективті үсіктер әсіресе жеміс ағаштарына қауіпті. Бұндай үсік жағдайына жергілікті рельефтің, өсімдік жамылғысының, топырақ күйінің және су қоймаларының әсері әлсіздеу болады. Дегенмен жотаның жел жақ беті қауіптірек, ал жоғарғы жағында үсік қауіптілігі төмен болады. Себебі салқын ауа ауыр келетіндіктен беткеймен төмен қарай ағады да, оның орнына жылырақ ауа келеді. Сол себеппен де ойпаң жерлерде үсік қарқынды және ұзағырақ болады.

**Радиациялық үсіктер** төселме беткейдің желсіз, ашық аспанды түндерде қарқынды сәуле шашып салқындауы нәтижесінде орнығады. Қатты жел ауаны араластырып, ал бұлттар сәулешашуды шегеріп жер беті температурасының төмендеуіне кедергі жасайды. Радиациялық үсік кезінде жер беті инверсиясы (температураның биіктеген сайын өсуі) орнығады. Күн шыққанда үсік тоқтайды, инверсия тарап кетеді.

Бұл үсік негізінен алқаптық дақылдарға қауіпті. Бірақ ойпаң жерлерде орналасқан жеміс ағаштары да зақымдануы мүмкін. Дақылдардың үсіктен зақымдану дәрежесі ӨЖ-ның қалыңдығына да байланысты. Өсімдіктер сирек жағдайда ең төменгі температура топырақ бетінде орнығады, ал қалың болғанда – ӨЖ-ның жоғарғы бөлігінде байқалады.

Дақылдардың зақымдануы үсіктің қарқындылығымен қатар үсіктен кейінгі радиациялық-жылулық жағдайға да байланысты. Түнгі үсіктен кейін таң атқанда ауа-райы ашық аспанды болып, ауа тез қызып кетсе өсімдіктердің зақымдануы күшейеді, ал температура біртіндеп өскен жағдайда - өсімдік біртіндеп жібіп өмірлік процестері қалпына келеді. Сондықтан да жотаның шығыс және оңтүстік беткейлеріндегі өсімдіктер радиациялық үсіктен көбірек зақымдалады.

Қазақстанда орташа тәуліктік ауа температурасы 12-13°C-дан тұрақты өткен мерзімде радиациялық үсіктердің болуы тоқтайды.

**Адвективті-радиациялық (аралас) үсіктер** салқын ауа массасы басып кіріп, артынша түнгі сәулешашу арқасында жер беті де салқындаған жағдайда орнығады. Бұндай үсіктер көбіне көктемнің соңында - жаздың басында және күздің басында байқалады. Сондықтан да бұл үсік түрі дақылдар үшін өте қауіпті.

Ең ұзақ тұратын үсік – бірінші типті адвективті үсіктер, 3-4 күнге созылады. Екінші типті радиациялық үсіктер түнде 5-6 сағатқа, кейде 8-12 сағатқа дейін созылады және де қатарынан бірнеше түн бойы байқалуы мүмкін. Үшінші типті – адвективті-радиациялық үсіктер түн ортасынан бастап немесе таң алдында байқалады, 3-4 сағатқа созылады және де көп жағдайда бір-екі түн қатар болады.

**Үсік кезінде өсімдіктің зақымдану механизмі.** Үсіктер өсімдіктің өмірлік функцияларын бұзады. Оның зақымдануы көптеген факторларға байланысты: үсіктің болу мерзімі, қарқындылығы және ұзақтығы; дақыл түрі, сұрыпы, даму фазасы; үсіктен кейінгі ауа-райы жағдайы және т.б.

Егер үсік кезінде температура критикалық мәннен төмен түссе, клетка құрылымы және функциялары заматында зақымданып протоплазма өлеуі мүмкін. Бірақ көп жағдайда біртіндеп зақымданады: алдымен протоплазма қозғалысы тоқтайды, сосын фотосинтез бен демалу әлсірейді. Экстремальді жағдайда газ алмасу толық тоқтайды. Үсіктен кейін қолайлы жағдай туғанда өмірлік процестер қалпына бірнеше сағаттан соң келеді.

Үсік кезінде суы көп протопластар тез қатып қалады, ондайда клеткалар ішінде заматында мұз кристалы пайда болып, клетка өледі. Көп жағдайда мұз кристалы клеткалар аралығында пайда болады, сосын ол біртіндеп клеткалардағы суды сорып алып өседі, нәтижесінде клеткаларды механикалық түрде қысып зақымдайды.

**Дақылдардың үсікке шыдамдылығы бойынша жіктелуі.** Дақылдардың үсікке шыдамдылығы олардың күйлеріне және даму фазаларына байланысты болады.

В.Н.Степанов алқаптық дақылдарды үсікке шыдамдылығына байланысты бес топқа бөлген (5.1-кесте). Өсімдік алғашқы даму фазаларында үсікке шыдамдырақ болып келетіндіктен, ондай үсіктер өнімділікке әсер етпейді, ал көктемнің соңындағы үсіктер өнімділікті 10-15%-ға төмендетуі мүмкін. Өсімдіктің генеративті органдарының үсікке шыдамдылығы төмен болады. Сондықтан гүлдену және пісу кезіндегі үсіктер өте қауіпті.

## Ауылшаруашылық дақылдарының үсікке шыдамдылығы

Дақыл	Өсімдіктердің зақымдануы, °С		
	Шығу фазасы	Гүлдену фазасы	Сүттік пісу
Үсікке өте шыдамды			
Жаздық бидай	- 10	- 2	- 4
Сұлы	- 9	- 2	- 4
Арпа	- 8	- 2	- 4
Бұршақ	- 8	- 3	- 4
Үсікке шыдамды			
Күнбағыс	- 6	- 2	- 3
Қант қызылшасы	- 7	- 3	-
Сәбіз	- 7	-	-
Үсікке орташа шыдамды			
Орамжапырақ	- 6	- 3	- 6
Соя	- 4	- 2	-
Шалғам	- 5	-	-
Үсікке шыдамдылығы төмен			
Жүгері	- 3	- 2	- 3
Тары, картоп	- 3	- 2	- 2
Үсікке шыдамсыз			
Қияр, қызанақ	- 1	- 1	- 1
Қарақұмық	- 1,5	- 1	- 1,5
Мақта	- 1	- 1	- 1
Күріш	- 1	- 0,5	- 0,5
Бақша дақылдары	- 1	- 0,5	- 0,5

Жеміс дақылдары гүлдеген кезде үсікке өте шыдамсыз келеді, ауа температурасының 0° – минус 2°С-ға төмендеуі оларды өнімсіз қалдыруы мүмкін (5.2-кесте). Қысқа мерзімдік үсіктер зиян келтіре қоймайды.

Ауылшаруашылық дақылдарын үсіктен қорғау тәсілдері. Дәнді дақылдарды үсіктен қорғау үшін әртүрлі тәсілдер қолданылады: түтіндету, жаңбырлатып суару, агротехникалық және химиялық әдістер.



## Жеміс дақылдарының критикалық үсу температуралары

Дақыл	Өсімдік органы	Критикалық температура, °С
Жүзім	Жарылған бүршік	- 1
	Гүлі	0
Алма, алмұрт, қара өрік, шие	Жабық гүл	- 4
	Гүлі	- 2
	Жеміс бүршігі	- 1
Қызыл шие	Гүлі	- 2
	Жеміс бүршігі	- 1
Сары өрік, шабдалы	Жабық гүл	- 3
	Ашық гүл	- 2
	Жеміс бүршігі	- 1
Құлпынай, таңқурай	Гүлі және бүршігі	- 2

*Түтіндету* арқасында жер бетіне жақын инверсия қабатында түтін горизонтальді бағытта таралады да ауаны жылытады:

- жылы түтін температураны өсіреді;
- түтін бөлшектері конденсация ядролары болып табылатындықтан ауада су буы конденсациясы жүріп, онда қосымша жылу бөлінеді;
- түтін жер беті мен өсімдік жамылғысының нәтижелі сәулешашуын азайтады, яғни оның салқындауын тежейді.

Радиациялық үсікте түтіндету арқылы ауа температурасын 1°-2°С-ға өсіруге болады, ал адвективті үсікте оның нәтижелігі төмен болады. Таңертең түтін қабаты өсімдіктерді тіке күн сәулесінен қорғап, олардың біртіндеп және органдарының біркелкі жібуіне жағдай жасайды.

*Суландыру (жаңбырлатып суару)* нәтижесінде топырақтың жылуөткізгіштігі артып, терең қабаттардан жылу бетіне қарай келеді. Сонымен қатар ауада су мөлшері артатындықтан шық нүктесі де көтеріледі, яғни конденсация процесінің жүруіне жағдай жасалады (қосымша жылу бөліну). Бұл тәсілмен салқын түн температурасын 2°С-ға дейін өсіруге болады. Жаңбырлату үшін арнайы техника мен қондырғылар қолданылады.

Үсік алдында жаңбырлату әлсіз желде минус 2°C-ға дейінгі, желсіз жағдайда минус 4°C-ға дейінгі үсікте жақсы нәтиже береді.

Үсікке қарсы күрес жолдарына себу жұмысын кешеуілдетіп жүргізу, калий тыңайтқышын көбірек енгізу, өсімдіктерді жабу да жатады. Өсімдіктерді күн сәулесін өткізетін әртүрлі материалдармен (целлофан, шыны) жауып қою арқасында оның жылуын сақтауға болады.

Жер бетіне жылу бөлетін химиялық заттарды (кальций гидриді тұзы) себу арқылы да температураны 2-3°C-ға өсіруге болады. Ол химиялық зат ауадағы су буымен әрекеттескенде бірнеше сағат бойы жылу бөлінеді.

## 5.2 Қуаңшылық және аңызак

Қолайсыз жағдайлардың ішінде ауыл шаруашылығына ең көп зиян келтіретіні қуаңшылық. Қазақстан территориясының 70%-ы қуаңшыл болып келеді.

**Қуаңшылық** ұзақ уақыт жауын болмай, буланушылық жоғары болғанда орнығады, нәтижесінде өсімдік тамыры орналасқан топырақ қабаты кеуіп кетеді. Атмосфералық, топырақ және жалпы қуаңшылықтары ажыратылады.

*Атмосфералық қуаңшылық* жауынсыз, ауасы құрғақ, жоғары температуралы антициклондық ауа-райымен сипатталады. Кейде құрғақ жел (аңызак) соғады.

*Топырақ қуаңшылығы* атмосфералық қуаңшылық салдарынан топырақ кеуіп, өсімдіктерге су жеткіліксіз болған жағдайда орнығады. Бұл екі қуаңшылық бірге байқалса оны *жалпы қуаңшылық* деп атайды. Қуаңшылық ұзақ уақыт тұрғанда өсімдіктердің физиологиялық функциялары бұзылып зақымдалады.

Орнығу маусымына байланысты көктемгі, жазғы және күзгі қуаңшылықтар ажыратылады. Көктемгі және күзгі қуаңшылықтарда температура онша жоғары болмайды. Көктемгі қуаңшылық жаздық дақылдарға, күзгі - қыстап шығатын дақылдарға көп зиян әкеледі. Жазғы қуаңшылықта ауа қатты қызады, буланушылық өте жоғары болады, кейде ыстық жел

соғады. Оның нәтижесінде дәнді дақылдардың дәндері бүрісіп, кішкентай болып қалады.

**Аңызак** – ыстық және құрғақ жел. Ауа температурасы 25°C-дан жоғары, ауа ылғалдылығы 30%-дан кіші, жел жылдамдығы 5 м/с-тан жоғары болатын күрделі құбылыс. Оның негізгі қасиеті топырақты, өсімдікті кептіріп жіреуінде.

Қуаңшылық пен аңызак антициклондық ауа айналымымен тығыз байланысты. Жылы кезеңде су буы аз және салқын арктикалық ауа массасы (Баренцев немесе Карск теңізі) жайымен оңтүстікке қозғалып Қазақстанға жеткенше біртіндеп жыли бастайды. Онда ауа төмен қарай ағып бұлтсыз ауа-райы орнығатындықтан, ауа жылдам қызады және одан сайын құрғайды. Егер арктикалық ауа Карск теңізінен келсе Қазақстанның орталық және шығыс аудандарында тұрақты антициклон орнығады, яғни ол жерлерде қуаңшылық байқалады, ал батыс аудандарда циклондар әрекет етеді. Ауа Баренцев теңізінен келегенде антициклон орталығы Поволжье және Орал үстінде орналасады да Қазақстанның батыс аудандарын қамтиды, ал Қазақстанның шығыс бөлігінде циклондық әрекет байқалады.

Сонымен қатар Атлант мұхитында орналасқан Азор максимумы антициклондарының келуі нәтижесінде де қуаңшылық болады. Олар шығысқа қарай тарағанда бүкіл Қазақстан үстінде жоғарғы қысым алқабы орнығып жауынсыз қуаңшыл ауа-райы байқалады.

Қазақстан жерінде 1965, 1975, 1984, 1991, 1995, 1998 жылдары байқалған қуаңшылық ауыл шаруашылығына айтарлықтай зиян әкелген.

### **Қуаңшылықты бағалау әдістері.**

Қуаңшылықты бағалаудың сенімді көрсеткіші болып топырақтағы өнімді су қоры (ӨСК) табылады. Мысалы М.С.Кулик бойынша топырақтың беткі 20 см-лік қабатында ӨСК 10 мм-ден төмен болғанда топырақ қуаңшылығы орнығады және ондай ылғалдық 3 декадаға дейін болса – орташа қуаңшылық, 4-5 декада болса – күшті қуаңшылық деп бағаланады. Топырақтың жоғарғы 1 метр қабатында ӨСК-ның 60 мм-ге дейін төмендеуі де күшті қуаңшылықты көрсетеді.

Қуаңшылықты бағалау үшін П.И.Колосков (1947 ж.) ылғалдану көрсеткішін ұсынған:

$$V = k \frac{\sum R}{\sum (E - e)}, \quad (5.1)$$

мұнда:  $k$  – пропорционалдық коэффициент,  $\sum R$  - жылдық жауын жинағы,  $E$  - төселме беткей температурасымен есептелген су буының қанығу қысымы (орташа айлық мәндерінің жылдық жинағы),  $e$  – су буының парциалды қысымы (орташа айлық мәндерінің жылдық жинағы).

Г.Т.Селяниновтың (1930 ж.) гидротермикалық коэффициенті де жақсы көрсеткіш болып саналады:

$$\text{ГТК} = \frac{\sum R}{0,1 \sum t}, \quad (5.2)$$

мұнда:  $\sum R$  - вегетация кезеңіндегі жауын жинағы,  $\sum t$  - тәуліктік температуралар жинағы ( $10^\circ\text{C}$ -дан жоғары кезеңдегі). ГТК  $< 1,0$  кезең қуаңшыл болып саналады. ГТК =  $1,0 - 0,8$  – әлсіз қуаңшылық, ГТК =  $0,6 - 0,8$  – орташа қуаңшылық, ГТК =  $0,6 - 0,3$  – күшті қуаңшылық, ГТК  $< 0,3$  - өте күшті қуаңшылық болып саналады.

Н.В.Бова (1941 ж.) қуаңшылық көрсеткішін ұсынған:

$$K = \frac{10 (W_k + \sum R)}{\sum t}, \quad (5.3)$$

мұнда:  $W_k$  – көктемгі 1 метр топырақ қабатындағы ӨСК;  
 $\sum R$  - көктемнен есептеу мерзіміне дейінгі жауын жинағы;  
 $\sum t$  - көктемгі  $0^\circ\text{C}$ -дан өткен күннен бастап есептеу мерзіміне дейінгі орташа тәуліктік температуралар жинағы;  
 $K < 1,5$  болған кезең қуаңшыл болып саналады.

Жалпы қуаңшылықты (атмосфера және топырақ) бағалау үшін Е.С.Уланова (1973 ж.) ылғалдану коэффициентін қолдануды ұсынған:

$$K_1 = \frac{W_k + \sum R_{56}}{0,01 \sum t_{56}}, \quad (5.4)$$

мұнда:  $W_k$  – көктемде ауа температурасы  $5^\circ\text{C}$ -дан тұрақты өткен мезеттегі 1 метр топырақ қабатындағы  $\Theta_{СК}$ ,  $\sum R_{56}$  - мамыр және маусым айларындағы жауын жинағы,  $\sum t_{56}$  - мамыр және маусым айларындағы орташа тәуліктік температуралар жинағы.

$K_1 < 15$  – өте күшті қуаңшылық;

$15 \leq K_1 < 20$  – күшті қуаңшылық;

$20 \leq K_1 < 25$  – орташа қуаңшылық.

Атмосфералық қуаңшылықты бағалау үшін Д.И.Шашконың (1961 ж.) атмосфералық ылғалдану көрсеткішін де қолдануға болады:

$$Md = \frac{\sum R}{\sum d}, \quad (5.5)$$

мұнда:  $\sum R$  - берілген кезеңдегі жауын жинағы,  $\sum d$  - ауа ылғалдылығы тапшылығының жинағы.

Көп ғалымдар қуаңшылық жағдайында өскен дақылдар өнімділігінің төмендеу мәніне байланысты қуаңшылық қарқындылығын бағалаған: өнімділіктің 20%-ке дейін төмендеуі - әлсіз қуаңшылық, 20 - 50%-ке төмендеуі - орташа қуаңшылық, 50%-дан артыққа төмендеуі - күшті қуаңшылық.

Д.А.Педь (1975 ж.) келесі қуаңшылық көрсеткішін ұсынған:

$$S_1 = \frac{\Delta T}{\sigma_T} - \frac{\Delta R}{\sigma_R} - \frac{\Delta W}{\sigma_W}. \quad (5.6)$$

мұнда:  $S_1$  – қуаңшылық көрсеткіші;

$\Delta T$ ,  $\Delta R$ ,  $\Delta W$  – температура, жауын мөлшері және топырақ ылғалдығының нормадан ауытқуы;

$\sigma_T$ ,  $\sigma_R$ ,  $\sigma_W$  – температура, жауын мөлшері және топырақ ылғалдығы қатарларының орташа квадраттық ауытқу мәндері.

### **Аңызакты бағалау әдістері.**

Е.Е.Федоров (1934 ж.) аңызакты күнге аз бұлтты орташа тәуліктік температурасы  $27,5^{\circ}\text{C}$ -дан жоғары, орташа ауа ылғалдылығы 60%-дан төмен күнді немесе температурасы  $22,5-27,5^{\circ}\text{C}$ , ауа ылғалдылығы 40%-дан төмен, бірақ желді күнді жатқызады.

М.С.Кулик аңызактың келесі критерийін ұсынған: күндізгі 13 сағатта температура  $25^{\circ}\text{C}$ -дан жоғары, салыстырмалы ылғалдылық 30%-тен кем, жел жылдамдығы 5 м/с.

Қазақстан үшін Е.И.Бучинский мен Н.Ф.Самохвалов ұсынған критерийлер: 13 сағатта температура  $25^{\circ}\text{C}$ -дан жоғары, салыстырмалы ылғалдылық 20%-тен кем, жел жылдамдығы 5 м/с, ал температура  $30^{\circ}\text{C}$ -ға жетсе жел жылдамдығы 3 м/с кем болмауы тиіс.

Г.Т.Селянинов (1930 ж.) тәуліктік буланушылығы 8 мм-ден жоғары күндерді аңызакты деп есептейді. Бұнымен ол аңызактың негізгі қасиеті – кептіруші күшін, яғни буландыру мүмкіндігін дәл көрсетеді.

Е.А.Цубербиллер (1966 ж.) өсімдіктің аңызактан зақымдану себебі, оның сумен қамтамасыздануы мен буланушылықтың өзара сәйкес болмауы дейді. Ол өсімдіктің аңызакпен зақымдану көрсеткіші ретінде Скворцовтың «эвапорометрикалық коэффициентін» қолдануды ұсынған:

$$K_3 = \frac{E_n}{E_{ct}} \quad (5.7)$$

мұнда:  $E_n$  – төселме беткей бетінен нақты булану мөлшері, мм;

$E_{ct}$  – стандартты су беткейінен булану мөлшері, мм.

$E_{ct} = 0,012 d$ . ( $d$  – ауадағы су буы тапшылығы, гПа).

Өсімдіктердің қалыпты өсу жағдайында  $K_3 = 0,8 - 1,5$  аралығында болады.  $K_3 \leq 0,5$  өсімдік сола бастайды,  $K_3 \leq 0,2$  өсімдік солып қалады. Өсімдіктердің әлсіз аңызакқа 5 күнге дейін, күшті аңызакқа 2 күнге дейін шыдайтыны анықталған.

**Қуаңшылық және аңызакпен күрес жолдары негізгі үш бағытта жүреді: *селекциялы-генетикалық, агротехникалық және мелиоративтік.***

*Селекциялы-генетикалық бағыт* өсімдіктердің қуаңшылыққа шыдамды жаңа сұрыптарын шығарумен байланысты. Өсімдіктің суды үнемді жұмсауына бағытталған биологиялық ерекшеліктері ескеріледі. Оларға транспирация қарқындылығын реттеу, булануды азайту үшін уақытша жапыраған орау, тамырын тереңге тарату сияқты мүмкіндіктері жатады. Мысалы, себу алдында дәнді дақылдардың дымқылданған дәндерін кептіру клеткалық шырында терең физиологиялық және биологиялық өзгерістер жасайды. Ондай өзгерістер өсімдіктің қуаңшылыққа шыдамдылығын арттырады және ол қасиеті келесі ұрпақтарына да беріледі.

*Агротехникалық бағыттағы* жұмыстар дақылдардың сумен қамтамасыздығын арттыруға бағытталады. Ондай кешенді жұмыстар топырақта судың сақталуына жағдай жасайды: алқапта қар тоқтату, еріген қар суын жинау, орман жолақтарын отырғызу, органикалық немесе минералдық тыңайтқыштарды көбірек енгізу, жерді тынықтыру, жерді аудармай жырту, оптимальді себу мерзімін анықтау және т.б. Жаздық дақылдарды неғұрлым ертерек себу де жақсы нәтиже береді. Олар қысқы-көтемгі ылғалды нәтижелі пайдаланады.

*Мелиоративтік бағыттағы* жұмыстар ең нәтижелі және ең қымбат күрес жолы болып табылады. Мелиоративтік шаралар күрделі ирригациялық қондырғыларды салумен байланысты (бөгеттер, су қоймалары, каналдар, су тасушы қондырғылар, гидрометрикалық бекеттер, т.б.). Мелиоративтік шаралар үлкен территорияда ауылшаруашылық дақылдарына қолайлы жағдайлар жасауға мүмкіндік береді. Бірақ ғылыми негізсіз жүргізілген суландыру шаралары кері әсер әкелуі мүмкін. Мысалы, топырақтың екінші мәрте тұздануы, жер асты суының көтерілуі, балшықты жерлердің пайда болуы, т.б.

### **5.3 Күшті жел және шаңды дауыл**

*Күшті желдер* (14-25 м/с) егістің жатып қалуын, дән және жемістерінің түсіп қалуын тудырады, булануды және транспирацияны күшейтеді, топырақтың беткі қабатын бұзады, шаруашылық жұмыстарына кедергі жасайды (себу, тыңайтқыш енгізу, егінді жинау, т.б.).

Дауылды желдер ( $\geq 26$  м/с) алқаптағы өсімдіктерді жұлып, бұтақтарын сындырып егісті жойып жібереді және де топырақтың беткі құнарлы қабатын үреп әкетеді. Қыс маусымында алқаптан қар жамылғысын үрлеп әкетеді, қыстық дақылдардың сабақтарын сындырып, бұтақтану түйіні мен тамыр жүйесін ашып тастайды.

*Шаңды дауылдар* – топырақтың беткі қабатының, құмның, шаңның күшті желмен тасымалдануы (жел жылдамдығы 15 м/с-тан артық, көріну қашықтығы 500 м-ден кем). Ол өсімдігі аз жердің беткі қабатын үрлеп топырақ эрозиясын тудырады және ауадағы миллиондаған тонна құмды шаң басқа жердің егіс алқабына қонуы мүмкін. Нәтижесінде дақылдарға механикалық зақым тиеді. Шаңды дауыл негізінде ыстық және құрғақ кезеңде жиі байқалады. Шаңды дауылдың тууына адамдардың жерді климаттық жағдайға сәйкестемей дұрыс игермеуі де себеп болады. Шаңды дауылдардың байқалуы Қазақстанның солтүстігінде 10 күн, оңтүстігінде 40 күн шамасын құрайды.

Механикалық құрамы жеңіл құмды, құмдақ және жеңілсаздақ топырақтар желмен үрленуге икемді келеді. Л.Ф.Смирновтың зерттеулері бойынша топырақтың құрылымдығы артқан сайын эрозия тудыратын жел жылдамдығы да жоғары болады (5.3-кесте).

5.3-кесте

Жел эрозиясы басталатын жел жылдамдығы, м/с

Топырақ түрі	15 см биіктіктегі жел жылдамдығы, м/с
Құм	2 – 3
Құмдақ	3 – 4
Жеңіл саздақ	4 – 6
Ауыр саздақ	5 – 7
Сазды	7 – 9

Эрозиялық процестер дәрежесі рельефке де байланысты. Төбенің жоғары жағы мен жел жақ беті қарқынды үрленеді. Тегіс беткей үстінде жел жылдамдығы бүдірлі беткейге қарағанда 30-40%-ға артық болады.



Желі күшті аудандарда талды-бұталды өсімдіктерді желге көлденең бағытта отырғызу арқылы алқапты қорғайды. Сонымен қатар олар егістіктің ылғалмен қамтамасыздануын да жақсартады.

#### **5.4 Нөсер жауын және бұршақ**

Жауын қарқындылығы белгілі уақыт (1 мин) аралығында түскен жауын мөлшерімен өлшенеді. Нөсер жауындар (1 мм/мин-тан жоғары) будақ-жауын бұлттарынан жауады және әдетте кішкене территорияны қамтиды. Нөсер жаңбырлар тек жылы кезеңде, әсіресе ыстық ауа-райында жауады. Қарқынды нөсер жауын *егіннің жатып қалуын* тудырады.

Егіннің жатып қалуы – шөпті өсімдіктер сабақтарының тіке тұру қасиетін жоғалтуы. Дәнді дақылдар егiсiнде сабақтық және тамырлық жатып қалу ажыратылады.

*Сабақтық жатып қалу* азоттық қоректендіру мен суландыру нормасы өте жоғары болған жағдайда өсімдіктің қалыңдап өсіп кетуі арқасында, сонымен қатар өсімдіктердің ауруы мен өрмелейтін арам шөптердің тарауы арқасында орын алады.

*Тамырлық жатып қалу* топырақ өте суланып босап кетуі арқасында байқалады. Ондайда өсімдік тамырының топырақпен байланысы әлсірейді. Бұл жатып қалудың екі түрі де үрдіс соғатын желі бар, кейде бұршақ жауатын қарқынды нөсер жауынмен байланысты.

Жатып қалған дәнді дақылдардың дәндерінің толуы бұзылған физиологиялық процестермен жүреді. Нәтижесінде дәндерде крахмал аз жиналады, ылғалдығы жоғары болады және дәннің болашақта өсу мүмкіндігі төмендейді. Нөсер жауын немесе ұзақ жауған жаңбыр *дәннің ағып кетуін* тудыруы мүмкін (дән ішіндегі пластикалық заттардың ағып кетуі).

Күшті нөсер жауындар топырақтың беткі қабатындағы қоректік заттарды да шайып кетеді. Топырақтың беткі құнарлы қабатының жаңбыр немесе еріген қар суымен шайылып бұзылуын және басқа жерге тасымалдануын *топырақтың су эрозиясы* деп атайды. Қарқынды жаңбыр суы топыраққа тез

сіңіп үлгермейтіндіктен топырақты шайып, өсімдік тамырларын ашып тастайды.

Су эрозиясы әсіресе өсімдігі аз тау жоталарында қарқынды жүреді, ерекше жағдайларда су тасқынына айналуы мүмкін.

Қауіпті гидрометеорологиялық құбылысқа бұршақ та жатады. *Бұршақ* - жылы кезеңде қалың будақ-жаңбыр бұлттарынан әртүрлі мөлшерлі тығыз мұз бөлшектері түрінде түсетін жауын. Ауылшаруашылық дақылдары алқабының бұршақпен зақымдануын *бұршақ ұру* деп айтады. Дақылдарға келетін зиян бұршақ мөлшеріне, жауу тығыздығы мен ұзақтығына байланысты болады. Қауіпті мөлшерде бұршақтар таулы аудандарға өте жиі жауады. Көп жағдайда бұршақ бөлшектерінің диаметрі 0,5-2 см құрайды, кейде 5 см-ге дейін жетеді.

Бұршақтар жылы ауаның жоғары бағытталған, жылдамдығы 15-20 м/с күшті қозғалысы (конвекция) кезінде қалыңдығы 3 км-ден үлкен, биіктігі 12-16 км-ге дейін жететін массаіші немесе шептік қалың будақ-жаңбыр бұлттарында пайда болады. Көп жағдайда бұршақ 5-10 минут жауады және ені 100 метр – 5 км, ұзындығы 10-20 км құрайтын жолақпен өтеді.

Бұршақтан келетін зиянды азайту үшін бұлттарға *белсенді әсер* жасалады. Ракета немесе зенбірікпен ату арқылы бұршақ қауіпі бар бұлттарға мұз құрайтын реогенттер (қатты көмірқышқылдары, иодты күміс, иодты қалайы) енгізіледі. Бұлтқа енгізілген реогент көптеген кристаллизация ядроларын құрап ( 1 г реогент  $10^{12}$  ядро құрайды), ондағы салқындаған су қорын өздеріне тартып алады. Нәтижесінде мұз кристалдары қауіпті дәрежеге дейін үлкеймейді, ал жерге түскенше еріп кетеді.

## БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Жылы кезеңде қолайсыз агрометеорологиялық құбылыстарға не жатады?
2. Үсік деген не? Қандай түрлері бар?
3. Радиациялық үсік қалай дамиды?
4. Өсімдіктің үсікпен зақымдану механизмін түсіндір.

5. Үсікке шыдамдылығы бойынша ауылшаруашылық дақылдары қандай топтарға бөлінеді?
6. Бидай мен мақта үсікке шыдамдылығы бойынша қандай топтарға жатады?
7. Үсікен кейінгі ауа-райы қандай болғаны дұрыс?
8. Өсімдіктердің үсікке шалынуында рельефтің маңызы қандай?
9. Дақылдарды үсіктен қорғаудың қандай тәсілдері бар?
10. Түтіндету арқылы үсіктен қорғау тәсілін түсіндір.
11. Қуаңшылық қандай жағдайда орнығады?
12. Қуаңшылықтың қандай түрлері бар?
13. Аңызак қандай жағдайда болады?
14. Қуаңшылықты бағалаудың қандай әдістері бар?
15. Г.Т.Селяниновтың ГТК теңдеуін жаз.
16. Д.И.Шашконың Мд теңдеуін жаз.
17. Аңызакты бағалаудың қандай әдістері бар.
18. Қазақтан территориясы үшін аңызактың агрометеорологиялық көрсеткіштері қандай?
19. Г.Т.Селянинов аңызакты қалай бағалайды?
20. Қуаңшылық пен аңызакқа қарсы қандай күрес жолдары бар?
21. Қуаңшылық пен аңызакқа қарсы селекциялы-генетикалық күрес шараларын түсіндір.
22. Қуаңшылық пен аңызакқа қарсы агротехникалық күрес шараларына нелер жатады?
23. Күшті жел деген не? Ол егістікке қандай әсер жасайды?
24. Шаңды дауыл егістікке қандай әсер жасайды?
25. Күшті нөсер мен бұршақ егістікке қандай зиянды әсер жасайды?
26. Сабактық және тамырлық жатып қалу қалай орын алады?

## 6. САЛҚЫН КЕЗЕНДЕГІ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ ҚОЛАЙСЫЗ ЖАҒДАЙЛАР

Салқын кезеңде қыстап шығушы дақылдар әртүрлі қолайсыз жағдайлар әсеріне ұшырайды. Нәтижесінде олар біршама немесе толық зақымдалуы мүмкін. Дақылдардың қыстап шығуы күзгі агрометеорологиялық жағдайларға, өсімдіктің шынығу дәрежесіне, қысқы қолайсыз жағдайлардың ұзақтығы мен қарқындылығына тікелей бағынышты болады.

**Өсімдіктің қысқа шыдамдылығы** – дақылдардың қысқы қолайсыз жағдайлар әсеріне айтарлықтай зардапсыз төтеп беру қасиеті. Ол қасиет салқын кезеңде өсімдік ағзасында жүретін күрделі физиологиялық және биологиялық процестер арқасында пайда болады. Өсімдіктің қысқа шыдамдылығы қысқы агрометеорологиялық жағдайларға да байланысты болады.

**Өсімдіктің аязға шыдамдылығы** – төменгі теріс температуралар әсеріне өсімдіктің төтеп беретін қасиеті. Аязға шыдамдылық өсімдіктің сұрыпына, күзгі шынығуына, қысқы тыныштыққа кетер кездегі даму фазасына және т.б. байланысты болады.

### 6.1 Күздік дәнді дақылдардың шынығуы

И.И.Туманов теориясы бойынша күзгі ауа-райы әсерімен дақылдар екі шынығу фазасынан өтеді.

**Бірінші шынығу фазасы** орташа тәуліктік ауа температурасы  $6^{\circ}\text{C}$ -дан  $0^{\circ}\text{C}$ -ға төмендеген кезең аралығында (күндіз  $10-15^{\circ}\text{C}$ , түнде минус  $1-2^{\circ}\text{C}$ ) жүреді, ұзақтығы 12-15 тәулікке дейін. Ондай жағдайда өсімдік ағзасында қорғаушы заттар (қанттар) жинақталады. Ашық аспанды ауа-райы өсімдіктің шынығуына қолайлы жағдай жасайды. Бұндай жағдайда күндіз өсімдік жәй өседі, фотосинтез жақсы жүреді, ал түнде демалу процесі әлсіз жүреді, нәтижесінде өсімдік бойында органикалық заттар жақсы жинақталады. Ал, бұлтты тәуліктік температура амплитудасы кіші жағдайда қанттар аз жиналып өсімдіктің шынығу дәрежесі төмендеу болады. Қолайлы жағдайларда өсімдік денесінде 20-30% қант жинақталады (құрғақ салмағы бойынша). Бірінші шынығу фазасынан

өткеннен кейін күздік дәнді дақылдар бұтақтану түйіні жататын топырақ тереңдігінде температураның минус 10-12°C-ға дейін төмендеуіне шыдайды.

*Екінші шынығу фазасы* орташа тәуліктік ауа температурасы минус 2°C-дан минус 5°C-ға төмендеген кезең аралығында жүреді, ұақтығы 3-10 тәулік. Ол кезде Күн сәулесінің болуы міндетті емес, шынығу қар астында да жүре береді. Бұл фазада өсімдік денесінің судан арылуымен қысқа шыдамдылығы артады, яғни ондағы бос су байланысқан суға айналып клеткалық шырын концентрациясы артады. Сонымен қатар өсімдік клеткаларындағы крахмалдың біршамасы гидролизденіп қантқа айналады, яғни қант құрамы артады. Екінші шынығу фазасынан өткеннен кейін күздік дәнді дақылдардың критикалық үсу температурасы минус 18-20°C-ға дейін төмендейді.

## 6.2 Күздік дәнді дақылдардың қыстап шығу жағдайы

Күздік дәнді дақылдар күзгі вегетациясын тоқтатып, шынығу фазаларынан өткеннен кейін қысқы тыныштыққа кетеді. Олардың қысқа шыдамдылығы қыс маусымы бойында біркелкі болмайды: басында – төмендеу, ортасында – максималді жоғары, аяғында – қайта төмендейді. Соған сәйкес тыныштық тереңдігі де қыс маусымында өзгермелі келеді: басында және аяғында – таяз (сыртқы өзгерістерге сезімтал), ортасында – терең (сыртқы өзгерістерді сезбейді). Қысқы тыныштығы таяз өсімдіктер қысқы жылымықта тез оянып кетіп дами бастайды да қант қорын жұмсап қояды, нәтижесінде оның қысқа шыдамдылығы одан сайын төмендейді және тыныштық ұзақтығы қысқарады.

Қысқа шыдамдылық дәрежесі мен тыныштық тереңдігі дақыл түріне, сұрыпына және шынығу дәрежесіне, даму фазасына байланысты әртүрлі деңгейлі болады. Қара бидайдың қысқа шыдамдылығы ең жоғары, бидай – орташа шыдамды, арпа – әлсіз шыдамды. Өте ылғалды және бұлтты күз жағдайы өсімдіктердің судан арылуына кедергі жасап, қысқа шыдамдылығын төмендетеді, ал қуаншыл күзде дақылдар дамымай әлсіз болады.

Күздік дәнді дақылдар күзгі вегетациясын оңтүстік өңірде орташа тәуліктік ауа температурасы 3°C-дан төмен тұрақты өткенде, солтүстік өңірде 5°C-дан тұрақты өткенде тоқтатады. Сол мезеттегі оның даму күйі оның шынығу мүмкіндігіне, яғни қысқа шыдамдылығына әсер етеді. Дамуы 2 сабаққа дейінгі өсімдіктердің (әлсіз дамыған) биіктігі кіші болатындықтан қант қоры да аз жиналады, яғни әлсіз шынығып қысқа шыдамдылығы төмен болады. 3-5 сабағы бар өсімдіктердің (қалыпты дамыған) шынығу мүмкіндігі де қысқа шыдамдылығы да жоғары болады. Сабақтар саны 6 және одан көп, биіктігі 25 см-ден жоғары өсімдіктер (өсіп кеткен) күзде қарқынды даму нәтижесінде шынығудың бірінші фазасын қалыпты өтпейді, яғни қысқа шыдамдылығы төмендеу болады.

Қысқы тыныштықтағы өсімдіктердің демалуы әлсіз болғанмен, олар температура жағдайына байланысты демалуға белгілі мөлшерде қант жұмсап отырады. И.М.Петунин (1957 ж.) жақсы дамыған және жақсы шыныққан күздік дәнді дақылдардың қар астында температураға байланысты бір тәулік ішінде демалуға жұмсайтын қант мөлшерін есептеген (6.1-кесте).

6.1-кесте

Күздік дақылдардың температураға байланысты бір тәулік ішінде демалуға қант жұмсауы

t, °C	6	4	2	0	-2	-4	-6	-8	-10
Қант, мг/тәул	9,1	7,6	6,3	5,2	4,3	3,4	2,7	2,0	1,3

Күздік дәнді дақылдардың қолайлы қыстап шығуы үшін бұтақтану түйіні тереңдігінде температура минус 6-8°C шамасында болғаны дұрыс. Топырақтың бұл тереңдігінде (3 см) минимальді температура негізінен ауаның минимальді температурасына, қар жамылғысы биіктігіне және топырақтың кату тереңдігіне бағынышты болады (6.2-кесте).

Күздік дәнді дақылдардың бұтақтану түйіні тереңдігіндегі минимальді температура, °С (А.П.Федосеев, В.М.Пасов)

Минимальді ауа температурасы, °С	Қар жамылғысы биіктігі, см																			
	0				5				10				15				20			
	Топырақтың қату тереңдігі, см																			
	30	50	30	50	100	150	30	50	100	150	30	50	100	150	30	50	100	150		
-15	-8	-12	-6	-8	-11	-14	-4	-5	-8	-11	-2	-4	-6	-10	-1	-3	-5	-8		
-20	-12	-16	-10	-11	-15	-18	-4	-6	-8	-12	-3	-4	-8	-10	-3	-3	-6	-8		
-25	-16	-20	-13	-14	-18	-21	-5	-6	-9	-12	-5	-6	-8	-11	-3	-4	-7	-9		
-30	-20	-24	-16	-18	-21	-24	-6	-7	-10	-13	-5	-6	-9	-12	-3	-4	-7	-10		
-35	-24	-28	-19	-21	-24	-28	-7	-8	-10	-14	-6	-7	-10	-13	-4	-5	-8	-10		

### 6.3 Дақылдардың қыста зақымдану себептері

Салқын кезеңде қыстап шығушы дақылдардың зақымдануы көптеген қолайсыз жағдайлармен болады. Олардың негізгілері: үсіп кету, қар астында шулығы, топырақ бетіне ығысу, су астында қалу, жел үрлеу, кеуіп кету, мұз қабыршағы әсері.

**Үсіп кету.** Дақылдардың үсіп кетуі қары аз, аязды суық жылдары бұтақтану түйіні тереңдігіндегі топырақ температурасы критикалық температура мәнінен төмендеген жағдайда байқалады. *Критикалық ұсу температурасы* ( $t_{кр}$ ) – егіс алқабы дақылының 50%-тен астам өсімдігі үсіп кететін температура мәні. Өсімдіктердің толық үсіп кетуі температура критикалық мәнен 2-3 тәулік бойы төмен болғанда орын алады. Ондай жағдайлар көбіне қыстың басында, әлі қар жамылғысы орнықпаған кезде байқалады. П.А.Генкель, И.И.Туманов бойынша төменгі температурада клеткалар аралығында мұз кристалы пайда болады, сосын ол біртіндеп клеткалардағы суды сорып алып өседі, нәтижесінде клеткаларды механикалық түрде қысып зақымдайды. Өсімдік, бұтақтану түйіні үсіп кеткен кезде толық өледі. Аязға ең шыдамдысы күздік қара бидайдың бұтақтану түйіні. Жақсы шыныққан қара бидай температураның минус 24°С-ға дейін төмендеуіне шыдайды. Жақсы шыныққан күздік бидайдың бұтақтану түйіні температура минус 22°С-дан

төмендегенде толық үседі, ал оның қысқа әлсіз тұрақты сұрыптары минус 16-18°C-да үседі. Жақсы шыныққан күздік арпаның критикалық температурасы минус 16°C шамасында.

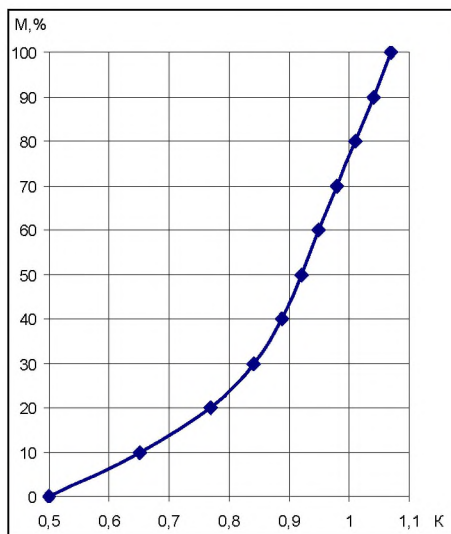
Алқаптың биік жерлерінде, жотаның батыс және оңтүстік беткейлерінде егілген дақылдар қар биіктігінің кіші және топырақтың қату тереңдігінің үлкен болуы себебінен жылдам үсіп кетеді.

Күздік дәнді дақылдардың үсіп кетуінің негізгі агрометеорологиялық көрсеткіші болып бұтақтану түйіні тереңдігіндегі минимальді температура ( $t_{\min}$ ) табылады.

В.М.Личикаки (1974 ж.) үсіп кету қауіпін бағалау үшін *аязқауіптілік коэффициентін* (K) ұсынған:

$$K = \frac{t_{\min}}{t_{\text{кр}}} \quad (6.1)$$

Аязқауіптілік коэффициенті мен күздік бидайдың үсіп кетуі арасында байланыс анықталған (6.1-сурет).



6.1-сурет. Үсіп кеткен күздік бидай алкабы (M, %) мен аязқауіптілік коэффициенті (K) арасындағы байланыс.



**Қар астында шулығы.** Күздік дақылдардың шулығы калың қар астында температура 0°C шамасында және топырақтың қатуы таяз болған жағдайда орын алады. Шулығының агрометеорологиялық көрсеткіштері: қар биіктігі 30 см-ден жоғары, бұтақтану түйіні тереңдігінде температура 0°C шамасында, топырақтың қату тереңдігі 50 см-ден аз.

И.И.Туманов шулығының үш фазасын ажыратады:

- Көміртегі қорының бітуі;
- Ашығу және органикалық заттардың ыдырауы;
- Паразиттік саңырауқұлақтардың дамуы.

*Бірінші фазада* калың қар астында температура 0°C шамасында ұзақ уақыт тұрғанда өсімдік демалу процесіне көп мөлшерде қант жұмсайды. Күн сәулесі көрінбейтіндіктен фотосинтез жүрмей қант қоры толықпайды.

*Екінші фазада* қант таусылғаннан кейін, оның қоры крахмалдың қантқа айналуы нәтижесінде біршама толығады. Одан кейін ашыққан өсімдік ақуызды жұмсай бастайды. Ақуыз ыдырағанда қосымша жылу бөлініп әртүрлі микроорганизмдер мен паразиттік саңырауқұлақтардың дамуына жағдай туады.

*Үшінші фазада* паразиттік саңырауқұлақтар көбейіп ақуыздың жұмсалудың жеделдетеді және алдымен өсімдіктің жапырақтарын, сосын сабақтарын, соңында бұтақтану түйінін зақымдайды. Нәтижесінде өсімдік толық өледі.

Егер шулығының алғашқы фазаларында қар жылдам еріп кетсе өсімдік тірі қалады.

**Топырақ бетіне ығысу.** Өсімдіктің топырақ бетіне ығысып қалуы жылымық пен аяздың бірнеше мәрте қайталануы нәтижесінде орын алады. Жылымық кезінде қар еріп, топырақтың беткі қабаты жібиді, артынша күн салқындап топырақтағы су қатқанда оның көлемі ұлғайып топырақты өсімдігімен бірге жоғары көтереді. Осылайша бірнеше рет қайталанса өсімдіктің бұтақтану түйіні және тамыры топырақ бетіне ығысып шығады. Ашылып қалған бұтақтану түйіні қолайсыз жағдайларда үсіп немесе кеуіп кетеді. Жақсы дамыған, тамыр жүйесі берік өсімдіктер бұл жағдайға азырақ ұшырайды.

**Су астында қалу.** Көктемде дақылдардың еріген қар суы астында қалуы ауыр саздақ топырақтарда жиі байқалады. Су басып қалғанда өсімдіктердің фотосинтез және демалу процестері бұзылады. Қысқа уақыттық (5-10 тәулік) су басу айтарлықтай зиян келтірмейді, ал 18-20 тәулікте өсімдіктер оттегінің жетіспеуінен өледі деп есептейді (И.И.Туманов).

В.П.Мосолованың зерттеулері бойынша өсімдіктің зақымдануының негізгі себебі - көмірқышқыл газының жетіспеуі: мөлдір судан күн сәулесі өтетіндіктен фотосинтез процесінің қалыпты жүруіне  $\text{CO}_2$  газы жетіспейді. Сондықтан да көлеңкедегі өсімдіктер азырақ зақымданады. Өте қолайсыз жағдайлар қыста қар көп жауып, топырақ өте терең қатқан кезде орын алады.

**Жел үрлеу.** Күшті және ұзақ соғатын желмен қар аз жауатын далалық аймақтарда өсімдіктердің сабақтары сынады, кейде бұтақтану түйіні ашылып қалады.

**Кеуіп кету (қысқы қуаңшылық).** Қыста және ерте көктемде өсімдіктер судың жетіспеушілігінен зиян шегуі мүмкін. Қысқы қуаңшылық әлі жібімеген топырақ жағдайында байқалады. Топырақпен бірге өсімдіктің тамыр жүйесі де қатып тұратындықтан оның үстінгі жасыл бөлігіне су тасымалданбайды. Ауа-райы бұлтсыз, жылы жағдайда булану қарқынды жүріп, өсімдікте судың тапшылығы орнығады. Бұндай жағдай ұзаққа созылса өсімдік зақымдана бастайды.

**Мұз қабыршағы.** Күздік дақылдар алқабында мұз қабыршақтарының пайда болуы негізінен жылымықтардың жиі қайталануына байланысты. Топыраққа жабысқан мұз қабыршағы астында өсімдіктер газ алмасуының бұзылуы (оттегі жетіспейді, көмірқышқыл газы артық болады) нәтижесінде зақымданады. Мұз нашар өткізетіндіктен, оның астында  $\text{O}_2$  жетіспейді де  $\text{CO}_2$  көп мөлшерде жиналып қалады. Мұз қабаты сонымен қатар аяздың әсерін арттырады. Топыраққа жабыспаған, қар ішінде болатын мұз қабыршақтары дақылдарға қауіпті болмайды.

#### 6.4 Жеміс ағаштарының қыстап шығуы

Жеміс ағаштары да күзгі вегетация соңында шынығу фазаларынан өтеді.

*Бірінші шынығу фазасы* орташа тәуліктік ауа температурасы  $6^{\circ}\text{C}$ -дан  $0^{\circ}\text{C}$ -ға төмендеген кезең аралығында жүреді (жапырақтар түсу уақыты). Бұл фазада алдын-ала жинақталған крахмал гидролизденіп қантқа айналады, яғни қорғаушы зат - қант қоры жинақталады.

*Екінші шынығу фазасы* орташа тәуліктік ауа температурасы  $0^{\circ}\text{C}$ -дан минус  $12^{\circ}\text{C}$ -ға төмендеген кезең аралығында жүреді. Бұл шынығу фазасында жеміс ағаштары денесін судан арылтады да қысқы тыныштыққа кетеді.

Жеміс ағаштарының қысқа дайындығы шынығу фазаларына дейін басталады. Крахмалдың жинақталуы ағаш бұтақтарының өсуі тоқтағаннан жеміс пісу және жапырақтарының сарғаюына дейін жүреді. Г.Г.Белобородованың зерттеулері бойынша крахмалдың жинақталуы жеміс ағаштарының күзде жылумен қамтамасыздануына байланысты болады. Орташа тәуліктік ауа температурасының  $15^{\circ}\text{C}$ -дан  $10^{\circ}\text{C}$ -ға төмендеу кезеңі ұзақтығы 20 тәуліктен асса крахмалдың жинақталуына қолайлы жағдай, ал 10 тәуліктен аз болса өте қолайсыз жағдай орнығады. Олардың қысқа дайындалу дәрежесін қуаңшыл жаз, жауынды күз және жемісті кеш жинау да әлсіретеді. Т.А.Побетованың (1981 ж) мәліметтері бойынша ауа температурасы  $10^{\circ}\text{C}$ -дан жоғары кезеңде  $2000^{\circ}\text{C}$ -дан артық жылудың жиналуы олардың қысқа жақсы дайындалуына мүмкіндік жасайды.

Қыс маусымында жеміс ағаштарының зақымдануын тудыратын негізгі фактор - өте төмен температура. Г.Г.Белобородованың зерттеулері бойынша (1982 ж.) алма ағашының зақымдануы басталады:

аязға әлсіз шыдамды сұрыптар: минус  $20-22^{\circ}\text{C}$ ;

аязға орташа шыдамды сұрыптар: минус  $25-30^{\circ}\text{C}$ ;

аязға өте шыдамды сұрыптар: минус  $30-35^{\circ}\text{C}$ .

Алмұрттың зақымдануы минус  $23-25^{\circ}\text{C}$ -да басталады, сүйекті жемісті дақылдар (шие, шабдалы, өрік, сары өрік, т.б)  $20-25^{\circ}\text{C}$ -да үсе бастайды.

Жеміс ағаштарының қыстап шығу жағдайын бағалау үшін Г.Г.Белобородова *қыстың қатаңдық коэффициентін* (К) ұсынған:

$$K = \frac{\Pi}{a} \quad (6.2)$$

мұнда:  $\Pi$  – дақылдың зақымдануын тудыратын минимальді температура байқалған тәулік саны;  $a$  – салқын кезең ұзақтығы, тәулік.  $K$  мәні өскен сайын қыс қолайсыз болады.

### БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Дақылдардың қыстап шығуы қандай жағдайларға бағынышты?
2. Өсімдіктердің қысқа шыдамдылығы және аязға шыдамдылығы деген не?
3. Дәнді дақылдардың бірінші шынығу фазасында қандай процестер жүреді?
4. Дәнді дақылдардың екінші шынығу фазасында қандай процестер жүреді?
5. Дәнді дақылдар бірінші шынығу фазасынан өткеннен кейін қандай теріс температураға шыдайды?
6. Дәнді дақылдар екінші шынығу фазасынан өткеннен кейін қандай теріс температураға шыдайды?
7. Дақылдардың қысқы тыныштық жағдайы туралы түсінігінді айт.
8. Дәнді дақылдардың қысқа шыдамдылығына, олардың күзгі даму дәрежесінің әсері қандай?
9. Қандай топырақ температурасы дақылдардың қыстап шығуына қолайлы?
10. Дәнді дақылдардың қыста зақымдану себептерін ата.
11. Жақсы шыныққан күздік кара бидай, бидай және арпаның критикалық үсу температурасы мәндері қандай?
12. Дәнді дақылдардың қар астында шулығы механизмін түсіндір.
13. Дәнді дақылдар бұтактану түйінінің топырақ бетіне ығысуы қандай жағдайларда орын алады?
14. Су астында қалған өсімдіктердің зақымдану себебі неде?
15. Мұз қабыршағының өсімдіктерге қандай зиянды әсері бар?
16. Жеміс ағаштарының бірінші шынығу фазасында қандай процестер жүреді?
17. Жеміс ағаштарының екінші шынығу фазасында қандай процестер жүреді?
18. Жеміс ағаштарының жақсы шынығуы үшін қандай жағдайлар болуы тиіс?

## 7. ДӘНДІ ДАҚЫЛДАРДЫҢ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЛАРҒА ҚОЯТЫН ТАЛАПТАРЫ

Қазақстан территориясында климат және ауа-райы жағдайлары алуан түрлі болып келетіндіктен, онда ауылшаруашылық дақылдарының көптеген түрлері өсіріледі. Бірақ ылғалдың жетіспеушілігі, қуаңшылық, күшті аяздар, көктемгі және күзгі үсіктер ауыл шарушылығына кейбір жылдары орасан зиян алып келеді. Ауыл шаруашылығында кең таралған және ең маңызды дақылдар – дәнді дақылдар. Негізгі дәнді дақылдарға бидай, қара бидай, арпа, сұлы, қарақұмық, күріш, тары, жүгері және т.б. жатады.

**Күздік бидай.** Күздік бидай негізінен Қазақстанның оңтүстік және оңтүстік-шығысында егіледі. Бірақ ол Батыс-Қазақстан, Шығыс-Қазақстан және Қарағанды облыстарының кейбір аудандарында да өсіріледі. Күздік бидайдың дәндері 1-2°C-да өне бастайды, ал өну және көктеп шығу үшін оптимальді температура 14-20°C аралығында. Бұндай температурада және жеткілікті ылғал болғанда дақыл 7-9 күнде жаппай көктеп шығады. Жыртылмалы топырақ қабатының (жоғарғы 20 см) ылғал қоры оптимальдіден (30-60 мм) төмен болған сайын көктеп шығу фазасы да кешеуілдейді. Ауа температурасының 25°C-дан жоғары болуы және жыртылмалы топырақ қабаты ылғал қорының 5 мм-ден кем болуы өте қолайсыздық тудырады. Ылғал қоры жеткілікті жағдайда 67°C нәтижелі температура жинақталғанда күздік бидай сабағы өсіп шығады (көктеп шығу фазасы). Әртүрлі агрометеорологиялық жағдайда себу – көктеп шығу фазасы аралығы 5 – 25 күн құрауы мүмкін.

Күздік бидайдың қыстап шығуын анықтайтын маңызды жағдайдың бірі - оның тыныштыққа кеткендегі даму дәрежесі. Бұтақтану фазасындағы өсімдіктің қысқы қолайсыз жағдайларға төтеп беру мүмкіндігі жоғары болады, әсіресе 3-5 жапырақты өсімдік. Топырақ ылғалы жақсы жағдайда (20 мм-ден жоғары) күздік бидайдың бұтақтануы 67°C нәтижелі температура жинақталғанда басталады. Ол кезеңде 9-12°C ауа температурасы қолайлы. Әртүрлі агрометеорологиялық жағдайда көктеп шығу – бұтақтану фазалар аралығы 8 – 30 күн құрауы мүмкін.

Күзде ауа температурасы 5°C-дан (оңтүстікте 3°C-дан) төмен қарай тұрақты өткенде күздік бидайдың белсенді вегетациясы тоқтайды да, ол қысқы тыныштыққа кетеді. Көктемде температура сол мәннен жоғары тұрақты өткенде күздік бидай вегетациясын жалғастырады.

Е.С.Уланованың мәліметі бойынша қара топырақты жерлерде көктемде бір метр топырақ қабатында өнімді су қоры 150-200 мм құраса қолайлы, 120-150 мм – қанағатты, 100-120 мм – жеткіліксіз, 100 мм-ден төмен – нашар болып саналады.

Күздік бидайдың сабақтану – масақтану фазалары аралығында суға талабы ең жоғары. Ол кезеңде бір метр топырақ қабатында өнімді ылғал қоры 100 мм-ден жоғары болғаны дұрыс. Гүлдену және пісу фазаларында өсімдіктің жылуға талабы артады, бірақ өте жоғары температура тозаңдану қабылетін төмендетеді. С.А.Вериго мәліметі бойынша гүлдену – балауыздық пісу аралығында бір метр топырақ қабатында өнімді ылғал қоры 40 мм-ден жоғары болса дәндер жақсы толығады.

Күздік бидайдың жарыққа талабы оның даму фазасына байланысты өзгеріп отырады. Жалпы алғанда ол ұзақ күндік өсімдіктер қатарына жатады, яғни ұзақ күн жағдайында оның вегетация кезеңі қысқарады. Вегетация кезеңі ұзақтығы, қыс маусымын қоса алғанда, сұрыпына және агрометеорологиялық жағдайға байланысты 275-330 күн құрайды.

Күздік бидайдың жаздық бидайдан артықшылығы, ол күзгі және көктемгі ылғалды нәтижелі пайдаланады. Оның ауқымды тамыр жүйесі топыраққа терең енеді. Сондықтан да оның қуаңшылық пен анызақтан зардап шегуі аздау болады.

**Күздік қара бидай.** Бұл дәнді дақыл барлық топырақтық-климаттық аймақтарда өсе алады. Оның өну және көктеп шығу кезеңіндегі температура мен ылғалдыққа қоятын талабы күздік бидайдікіне жақын. Ылғал қоры жеткілікті жағдайда 52°C нәтижелі температура жинақталғанда қара бидай көктеп шығады, ал бұтақтануы тағы да 67°C нәтижелі температура жинақталғанда басталады. Жеткілікті ылғалдық жағдайында себу датасынан бұтақтану фазасының 3 жапырағына дейін 200°C, ал 6 жапырағына дейін 300°C нәтижелі температуралар жинағы қажет.

Қара бидай – қысқа шыдамды дақыл, қары аз жылдары 30-35°С-ға дейінгі аязға шыдай алады. Көктемде вегетациясы ауа температурасы 5°С-дан тұрақты өткенде басталады. Ол қуаңшылыққа орташа шыдамды дақылдар қатарына жатады, оған өте жоғары температура да жақпайды. Суды ең көп қажет ететін кезеңі - сабақтану – масақтану фазалары аралығы. Сол кезеңде ылғалдың жетіспеуі дәні аз және кішкентай масақтардың түзілуіне әкеледі. Вегетация кезеңі ұзақтығы, қыс маусымын қоса алғанда, сұрыпына және агрометеорологиялық жағдайға байланысты 270-350 күн құрайды.

**Жаздық бидай.** Жаздық бидай негізгі астық дақылы болып табылады. Ол Қазақстанның негізінен солтүстік бөлігінде өсіріледі. Жаздық бидай өнімділігі күздік бидайдан төмендеу болғанмен, климаттың ерекшелігіне байланысты одан кең таралған. Тамыр жүйесі қалың және жылдам дамидындақтан жаздық бидай қуаңшылыққа салыстырмалы түрде шыдамды. Өсірілу территориясының солтүстік шекарасы жұмсақ сұрыпты бидай үшін 1350-1400°С, қатты сұрыпты бидай үшін 1600-1700°С температуралар жинағы изосызығымен шектеледі.

Жаздық бидай дәні 1-2°С-да өніп өсе бастайды. Ісініп, өсе бастаған бидай дәні үшін ауа температурасының минус 10-13°С-ға дейін қысқа мерзімдік төмендеуі қауіпті емес. Дән енгізілген топырақ тереңдігінде температура 5°С-дан 25°С-ға дейін болғанда, себу – көктеп шығу фазалар аралығы 20-дан 5 күнге дейін қысқарады. Ол шығу фазасында минус 6-8°С үсіктерге шыдай алады. Бірақ бұндай үсіктер оның өнімділігінің төмендеуіне әкеледі.

Вегетациясының басында жыртылмалы топырақ қабатында оптимальді ылғалдық 30-40 мм құрайды. Топырақ ылғалы жақсы жағдайда күздік бидайдың бұтақтануы 67°С нәтижелі температура жинақталғанда басталады. Ол кезеңде 13-18°С ауа температурасы қолайлы.

Сабақтану фазасынан кейін топырақта ылғал жетіспеушілігі орныққан жағдай өнімді масақтардың аз болуына әкеледі, яғни сол кезеңде болашақ өнім негізі қаланады. Ондай жағдайдан кейін жауған мол жауын өнімділікті айтарлықтай арттыра алмайды. Ол кезеңде бір метр топырақ қабатындағы өнімді су

қорының 80 мм-ден кем болуы оның дұрыс дамуына қолайсыз болады.

Жаздық бидай – ұзақ күндік өсімдік. Сабақтану фазасынан кейін жаздық бидайдың жылуға талабы бойынша сұрыптық айырмашылықтары байқала бастайды. Мысалы, сабақтану – масақтану фазалары аралығын өту үшін сұрыпына байланысты 283-400°C, ал масақтанудан балауыздық пісуге дейін – 450-540°C нәтижелі температуралар жинағы қажет.

Масақтану – сүттік пісу фазалар аралығында қуаңшыл жағдай орнықса бидай өнімділігі айтарлықтай төмендейді. Егер қарқынды аңызак кезінде бір метр топырақ қабатында өнімді су қоры 30 мм-ге дейін азайса өсімдік солып, жапырақтары сарғаяды және өсу процесі тоқтайды. Бұл кезеңде топырақтағы өнімді су қоры кіші су сыйымдылығының 70-75% құрағаны қолайлы болады. Ауаның салыстырмалы ылғалдылығы 10-12%-ға дейін төмендеп, температурасы 40°C-дан асса, топырақта су қоры болғанның өзінде егін дәні мезгілінен бұрын пісіп бүрісіп қалуы мүмкін. Керісінше, дән толып жатқан кезде жанбырлы немесе тұманды ауа-райы ұзақ тұрса дән ағып кетуі мүмкін (дән ішіндегі органикалық және минералдық заттардың ағып кетуі). Ол да дәннің бүрісіп қалуын тудырады.

Жаздық бидайдың даму фазалары бойынша суды пайдалануы шамамен келесідей болады: шығу кезеңінде 5-7%, бұтақтану кезеңінде 15-20%, сабақтанудан масақтануға дейін 50-60%, сүттік пісу кезеңінде 20-30% және балауыздық пісу кезеңінде 3-5%.

Жаздық бидайдың вегетация кезеңі ұзақтығы сұрыпына және климаттық жағдайға байланысты 90-120 күн құрайды.

**Арпа.** Арпа - тағамдық маңызы зор, климатты онша таңдамайтын, жылдам пісетін және қуаңшылыққа шыдамды дәнді дақыл.

Арпа дәндері 1-2°C-да өніп өсе бастайды. Орташа тәуліктік температура 8°C-дан 18°C-ға дейін болғанда, себу – көктеп шығу фазалар аралығы 17-ден 6 күнге дейін қысқарады. Көктеп шығу фазасында ол минус 7-8°C үсікте зақымдана бастайды.

Топырақ ылғалы жақсы жағдайда арпаның бұтақтануы 134°C нәтижелі (5°C-дан жоғары) температура жинақталғанда басталады. Жоғары өнім алу үшін 160 мм-ден артық көктемгі



топырақ ылғалы қолайлы, ал 80 мм-ден төмен – жеткіліксіз болады.

Арпа ұзақ күндік өсімдіктер қатарына жатады. Арпаның масақтануы, сабақтанудан кейін 330°C нәтижелі температура жинақталғанда басталады, ал масақтанудан балауыздық пісуге дейін 400°C шамасында жылу қажет. Масақтану кезінде 110-130 мм топырақ ылғалы қолайлы болады. Аңызакқа шыдамдылығы жағынан арпа астық тұқымдас дақылдардың ішінде бірінші орында тұр.

Вегетация кезеңі ұзақтығы сұрыпына және агрометеорологиялық жағдайға байланысты 80-115 күн құрайды.

**Жүгері.** Жүгері – маңызды дәнді және жемдік дақыл. Ол жылу сүйгіш болғандықтан негізінен оңтүстік өңірлерде егіледі. Қазақстанның солтүстік облыстарында ол мал жемін (сүр шөп) даярлау бағытында өсіріледі.

Жүгері дәндері топырақ температурасы 8°C шамасына жеткенде өніп өсе бастайды. Бұл кезеңде 10 см топырақ қабатында өнімді ылғал қоры 15 мм-ден артық болуы тиіс. Ылғал қоры жеткілікті және топырақ температурасы 11°C-дан 25°C-ға дейінгі жағдайда жүгері дәнінің көктеп өсіп шығу уақыты 20 күннен 6 күнге дейін қысқарады (Ю.И.Чирков). Көктемгі минус 2-3°C үсік өсіп шыққан жүгері сабақтарын зақымдайды. Себу – көктеп шығу фазалар аралығында жүгерінің сұрыптық айырмашылықтары онша байқалмайды. Жүгеріге бұл кезеңді өту үшін дәнді себу тереңдігіне (4-12 см) байланысты 83-139°C нәтижелі температуралар жинағы қажет (1 см тереңдікке 7°C қосылады).

Температура деңгейі жүгерінің келесі жапырақтарының пайда болу мерзімін анықтайды. Ерте пісетін және кеш пісетін сұрыптарының жапырақ құрау кезеңі айырмашылығы 20-30 күн құрайды. Ю.И.Чирков мәліметтері бойынша бұл кезеңде жүгерінің дамуының төменгі температура шегі 10°C шамасында. Ауа температурасы 20°C-ға дейін артқанда оның даму жылдамдығы да артады, 26°C-дан асқанда керісінше тежелі бастайды (балласты температура), ал 33°C-дан асқанда тоқтайды. Жүгерінің әрбір келесі жапырағы пайда болу үшін 30°C нәтижелі температура жиналуы тиіс. Жүгерінің ерте

пісетін сұрыптары 11-12 жапырақ, кеш пісетін сұрыптары 19-21 жапырақ құрайды.

Жүгерінің жасыл массасы мол құрылу үшін оптимальді жағдай орташа декадалық ауа температурасы 20-24°C және өнімді ылғал қоры жыртылмалы топырақ қабатында 35-45 мм, жарты метрлік қабатта 60-70 мм болғанда орнығады. Жүгерінің суға қатысты критикалық кезеңі шашақтануға 10 күн қалғанда басталады да әрі қарай 30 күн бойы сақталады. Осы кезеңде судың жетіспеуі оның өнімділігін күрт төмендетеді.

Жүгері дәнінің жақсы толуы үшін ең қолайлы жағдай, ауа температурасы 20-24°C және жарты метрлік топырақ қабатында ылғалдық 60-70 мм болғанда орнығады. Пісу кезеңінде минус 2-3°C күзгі үсік жүгері жапырақтарын зақымдағанмен, оның собығы минус 4-5°C үсікке шыдай алады. Жүгері жарықсүйгіш өсімдік және қарқынды күн сәулесін қажет етеді.

Жүгерінің вегетация кезеңі ұзақтығы оның сұрыпына және агрометеорологиялық жағдайға байланысты 90-160 күн құрайды.

### **БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ**

1. Негізгі дәнді дақылдарға нелер жатады?
2. Қазақстанның қандай жерлерінде күздік дәнді дақылдар өсіріледі?
3. Күздік бидай үшін күзде қандай топырақ ылғалы оптимальді болып саналады?
4. Күздік бидай үшін көктемде бір метр топырақ қабатында өнімді су қоры қанша болғаны қолайлы?
5. Күздік бидайдың жаздық бидайдан артықшылығы неде?
6. Күздік қара бидай қандай кезеңде суды ең көп қажет етеді?
7. Жаздық бидайды өсірудің солтүстік шекарасы қандай температуралар жинағы изосызығымен шектеледі?
8. Жаздық бидай шығу фазасында қандай үсікке дейін шыдайды?
9. Жаздық бидайдың вегетация кезеңі ұзақтығы қанша?
10. Қандай жағдайларда бидай дәні бүрісіп қалады?
11. Арпаның сыртқы ортаға қатысты қандай ерекше қасиеттерін білесің?
12. Ауыл шаруашылығында жүгері қандай бағыттарда өсіріледі?
13. Жүгерінің жылуға және жарыққа қоятын талабы қандай?
14. Жүгері үшін балласты температура қанша?
15. Жүгерінің кеш пісетін сұрыптары қанша жапырақ құрайды?

## ТЕРМИНДЕР АУДАРМАСЫ

Ақуыз – белок;  
Арпа – ячмень;  
Ауылшаруашылық дақылдары – сельскохозяйственные культуры;  
Аңызак – суховей;  
Аязқауіптілік коэффициенті – коэффициент морозоопасности;  
Әлсіз ылғалдану түрі – тип слабого промачивания;  
Балауыздық пісу – восковая спелость;  
Байланысқан су – связанная вода;  
Бұршақ – горох, град;  
Бұтактану – кушение (ветвление);  
Бұтактану түйіні – узель кушения;  
Гүлшанақ – соцветие;  
Дәнді дақылдар – зерновые культуры;  
Дәндің ағып кетуі – стекание зерна;  
Егісті жел үрлеу – выдувание посевов;  
Жаңбырлатып суару – дождевание;  
Жиілеп себу мерзімдер әдісі – метод учащенных сроков сева;  
Жемістердің түйінделуі – завязывание плодов;  
Жерді тынықтыру – парование (черный пар);  
Жүгерінің шашақтануы – выметывание метелки кукурузы;  
Қар астында шульғу – выпревание под снегом;  
Қарақұмық – гречиха;  
Қара өрік – слива;  
Қарашірік – гумус;  
Қауашақ құру – образование коробочки;  
Көктеп шығу – всходы;  
Қызанақ – помидор;  
Қызыл шиіе – черешня;  
Қысқы тыныштық – зимний покой;  
Күздік дақылдар – озимые культуры;  
Күнбағыс – подсолнечник;  
Құмдақ топырақ – супесчаные почвы;  
Құлпынай – клубника;  
Қуаңшылық – засуха;  
Масақ – колос;  
Орамжапырақ – капуста;  
Орман жолағы – лесные полосы;  
Өсімдік жамылғысы – растительный покров;  
Өсімдіктің шынығуы – закалка растений;  
Өнімді су (ылғал) – продуктивная вода (влага);

Сабактану – выход в трубку (стебление);  
Сабактық жатып қалу – стеблевое полегание;  
Саздақ топырақ – суглинистые почвы;  
Сары өрік – абрикос;  
Себеттену – образование корзинки;  
Собық – початок (жүгері собығы);  
Сіңірілмейтін су – недоступная вода;  
Су алу түрі – тип обводнения;  
Сүйекті жеміс дақылдары – косточковые культуры;  
Сүттік пісу – молочная спелость;  
Сүр шөп – силос;  
Сұлы – овес;  
Тамыр талшықтары және шашақтары - корневые мочки и волоски;  
Тары – просо;  
Тамырлық жатып қалу – корневое полегание;  
Таңқурай – малина;  
Толық ылғалдану түрі – тип полного промачивания;  
Топырақ бетіне ығысу- выпирание на поверхность почвы;  
Түтіндету – дымление;  
Тұрақты сол ылғалдығы – влажность устойчивого завядания;  
Шалғам – редиска;  
Шабдалы – персик;  
Шаңды дауыл – песчаная буря;  
Шие – вишня.

## ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Ауа райының құбылуы / Х.Ахметжановтың ред. жетекш. Алматы: Қазақстан, 1987. –96 бет.
2. Байшоланов С.С. Метеорология және климатология. Оқу құралы. – 2-бас. -Алматы: Қазақ университеті, 2007. –232 бет.
3. Грингоф И.Г., Пасечнюк А.Д. Агрометеорология и агрометеорологические наблюдения. – Санкт-Петербург: Гидрометеоиздат, 2005. – 552 с.
4. Константинов А.Р., Субботин А.С. Водный и тепловой режим орошаемых полей. Учебное пособие. – Л.: Ленинградский политехнический институт, 1979. – 80 с.
5. Леопольд А. Рост и развитие растений. – М.: изд-во Мир, 1968. – 495 с.
6. Полевой А.Н. Сельскохозяйственная метеорология – Санкт-Петербург: Гидрометеоиздат, 1992. – 424 с.
7. Русин Н.П., Флит Л.А. Солнце и хлеб. – Л.: Гидрометеоиздат, 1971. 165 с.
8. Серякова Л.П. Агрометеорология. Учебное пособие. – Л.: Гидрометеоиздат, 1978. – 159 с.
9. Справочник агронома по сельскохозяйственной метеорологии. / Под ред. И.Г.Грингофа – Л.: Гидрометеоиздат, 1986. – 527 с.
10. Толковый словарь по сельскохозяйственной метеорологии. / Под ред. И.Г.Грингофа. – Санкт-Петербург: Гидрометеоиздат, 2002. – 470 с.
11. Шульгин А.М. Агрометеорология и агроклиматология. – Л.: Гидрометеоиздат, 1978.
12. Чирков Ю.И. Агрометеорология. Учебник. –Л.: Гидрометеоиздат, 1986. – 294 с.

## МАЗМҰНЫ

АЛҒЫ СӨЗ.....	3
КІРІСПЕ.....	4
Агрометеорология пәні және оның шешетін мәселелері.....	4
Агрометеорологиялық зерттеулер әдістері.....	6
Агрометеорологияда қолданылатын биологиялық және экологиялық заңдар.....	7
Агрометеорологияның қысқаша даму тарихы.....	8
Агроэкологиялық жүйе туралы түсінік.....	10
Агрометеорологиялық факторлар мен көрсеткіштер.....	12
1. ӨСІМДІКТЕРДІҢ ДАМУЫНЫҢ НЕГІЗГІ БИОЛОГИЯЛЫҚ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫ.....	18
1.1 Өсімдік онтогенезінің жалпы сипаттамасы.....	18
1.2 Өсімдіктердің фенологиялық даму фазалары.....	19
1.3 Өсімдік ағзасында жүретін негізгі процестер.....	21
2. ӨСІМДІК ЖАМЫЛҒЫСЫНЫҢ РАДИАЦИЯЛЫҚ РЕЖИМІ...	26
2.1 Өсімдік жамылғысының радиациялық режимінің негізгі көрсеткіштері.....	26
2.2 Өсімдік жамылғысының Күн радиациясын өткізуі.....	28
2.3 Өсімдік жамылғысының альбедосы.....	34
2.4 Өсімдік жамылғысында жұтылған радиация.....	35
2.5 Өсімдік жамылғысының радиациялық балансы ерекшеліктері.....	36
2.6 Өсімдіктердің жарыққа қатысты жіктелуі. Фотопериодизм.....	37
2.7 Күн радиациясының фотосинтез процесіне әсері.....	39
2.8 Күн радиациясын фитоценоздың пайдалану нәтижелігі....	42
3. ӨСІМДІК ЖАМЫЛҒЫСЫНЫҢ ЖЫЛУ РЕЖИМІ.....	45
3.1 Өсімдік жамылғысының жылулық режимінің негізгі көрсеткіштері.....	45
3.2 Температураның тәуліктік тербелісі және өсімдік термопериодизмі.....	49
3.3 Топырақ температурасы.....	50
3.4 Өсімдік жамылғысының жылу балансы.....	54
3.5 Өсімдік жамылғысындағы жылу алмасу.....	56
3.6 Өсімдік жамылғысы ауа температурасы.....	58
3.7 Фотосинтез бен демалудың температураға бағыныштылығы.....	59
4. ӨСІМДІК ЖАМЫЛҒЫСЫНЫҢ СУ РЕЖИМІ.....	62
4.1 Өсімдіктердің суды қажетсінуі бойынша жіктелуі.....	62
4.2 Топырақ құрамы және топырақ суының категориялары....	63

4.3	Топырақтың агрогидрологиялық қасиеттері.....	66
4.4	Топырақтың су балансы.....	68
4.5	Топырақтағы өнімді су қоры.....	69
4.6	Топырақтағы өнімді су қорының жылдық жүрісі түрлері..	70
4.7	Өсімдіктің суды қажетсінуі.....	71
4.8	Өсімдіктің сумен қамтамасыздығы.....	73
4.9	Топырақтың су режимін реттеу тәсілдері.....	74
5.	ЖЫЛЫ КЕЗЕҢДЕГІ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ ҚОЛАЙСЫЗ ЖАҒДАЙЛАР.....	77
5.1	Үсік ұру.....	77
5.2	Қуаңшылық және аңызак.....	82
5.3	Күшті жел және шаңды дауыл.....	87
5.4	Нөсер жауын және бұршақ.....	89
6.	САЛҚЫН КЕЗЕҢДЕГІ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ ҚОЛАЙСЫЗ ЖАҒДАЙЛАР.....	92
6.1	Күздік дәнді дақылдардың шынығуы.....	92
6.2	Күздік дәнді дақылдардың қыстап шығу жағдайы.....	93
6.3	Дақылдардың қыста зақымдану себептері.....	95
6.4	Жеміс ағаштарының қыстап шығуы.....	99
7.	ДӘНДІ ДАҚЫЛДАРДЫҢ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЛАРҒА ҚОЯТЫН ТАЛАПТАРЫ.....	101
	ТЕРМИНДЕР АУДАРМАСЫ.....	107
	ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР.....	109