

Кипшакбаева Г.А*., Амантаев Б.О., Кипшакбаева А.А.,
Рысбекова А.Б., Кульжабаев Е.М.

*С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,
Астана, Қазақстан, *guldenkipshakbaeva@bk.ru*

ЖАЗДЫҚ АРПА ГЕНОТИПТЕРІНІҢ ФОТОСИНТЕТИКАЛЫҚ ПИГМЕНТТЕРІ МЕН ӨНІМДІЛІГІ

Андатпа

Бұл мақалада Солтүстік Қазақстанның құрғақ далалық аймағы жағдайында жаздық арпа дақылы сорттарының фотосинтетикалық пигменттерінің құрамы, оның ішінде хлорофилл (Chla), хлорофилл b (Chlb) және каротиноидтар мөлшерінің өсімдіктің түптену, түтікке шығу және масақтану кезеңдеріндегі өзгеруі мен зерттеу жылдарындағы өнімділік деңгейінің арасындағы байланысы көрсетілген. Математикалық талдаулар нәтижесі бойынша анықталған корреляциялық байланыс деңгейі көрінісін сызықтық тәуелділік бейнелері де растайды. Хлорофилл b (Chlb) мөлшері төмен болуымен қатар дақыл сорттарының өнімділігі тәуелділік сызығынан алшақ жататындығы анық көрінеді, ал хлорофилл a (Chla) және каротиноидтар мөлшері дақыл сорттарының өнімділігі тәуелділік сызығына жақын орналасқан. Өнімділік - өсімдіктердің өсіп-даму кезеңдерінде жүретін фотосинтетикалық үрдістердің сипатына тікелей байланыста болады. Өз кезегінде фотосинтетикалық үрдістердің жүруі өсімдік жапырақтарындағы фотосинтетикалық пигменттердің мөлшеріне тікелей байланысты.

Жаздық арпа генотиптері бойынша жапырақтардағы фотосинтетикалық пигменттердің жоғары мөлшері (C Chl a -0,42, C car - 0,083) өсімдіктің масақтану кезеңінде байқалғандығы және олардың өнімділік арасында оң корреляциялық байланыста болатындығы дәлелденіп, ол сызықтық тәуелділік бейнелерімен расталған.

Арпа дақылының өнімділік деңгейі өсімдік жапырағындағы хлорофилл a (Chla) мөлшерімен тығыз байланысы ($r=0,680438$) келтіріліп, пигменттер кешені бойынша Астана 2000 стандарт, Сабир, Монолит сұрыптарын донор ретінде пайдалану ұсынылады.

Кілт сөздер: жаздық арпа, өсіп-даму кезеңдері, фотосинтетикалық пигменттер, өнімділік, математикалық өңдеу, каротиноидтар, хлорофилл.

Кіріспе

Кез келген өсімдікте қалыптасатын органикалық заттардың 90 пайызға жуық мөлшері фотосинтез үрдісінің өнімі болып табылады [1]. Сондықтан егістіктің өнімділігін арттырудың аса маңызды міндеттерінің бірі болып өсімдіктердің фотосинтетикалық өнімінің деңгейін барынша жоғарылату саналады.

Өсімдіктің фотосинтетикалық белсенділігінің жоғары әлеуеті фотосинтетикалық пигменттер құрамы, генотип, жапырақтың CO₂ өткізгіштігі, және жапырақтың меншікті беткі тығыздығына тікелей байланысты болады [2, 3,4,5,6].

Өсімдіктердің фотосинтетикалық әрекеті мен генотиптері арасындағы байланыстың арпа дақылында кездесуі туралы әртүрлі қарама-қайшы мәліметтер баршылық [7,8].

Marcial L. және Saqafi A. жүргізген зерттеулерінде [9] арпаның түптену және пісіп жетілу кезеңдері аралығында хлорофилл көрсеткіштері генетикалық өзгергіштікке тікелей байланысты болып келеді, бірақ пісіп-жетілу кезеңінің басталуымен аталған көрсеткіштердің көптеген параметрлері өзгере бастайды деп көрсетеді. Зерттеуде арпаның фотосинтетикалық белсенділігі дақылдың өсімдік массасымен, бір өсімдіктегі масақ санымен және 1000 дәннің массасымен оң корреляциялық байланыста болатындығы дәлелденген.

Арпа дақылының жапырағындағы хлорофилл мөлшері мен фотосинтетикалық әрекетіне өсімдік бойындағы ылғал мөлшерінің әсері әлсіз. Дегидратацияның айтарлықтай жоғары болуына қарамастан дақылдың фотожүйесінің жұмыс жасауына айтарлықтай зияны болмайды [10]. Сол сияқты Rapacz M және тағы басқалар зерттеулерінде [11] де өсімдіктің фотосинтетикалық әрекеті ылғалдану деңгейімен тығыз байланыста болатындығы анықталған.

Арпа генотиптерінің терминальді жылу стресіне реакциясын бағалау барысында, жылу мен өнімділік арасында айтарлықтай тығыз корреляциялық байланыс болатындығы Bahrami F. және тағы басқалар зерттеулерінде дәлелденген [12] және сызықтық регрессиялық талдау нәтижелері максимальды кванттық фотохимия PSII (Fv/Fm) және хлорофилл мөлшерлері кері корреляциялық байланыста болатындығын көрсетеді.

Репродуктивті өсу кезеңіндегі жоғары температураның болуы жапырақтағы хлорофилл саны мен мөлшерінің көп болуына және өнімділіктің жоғарылануына және таза фотосинтез жылдамдығының артуына (Fv/Fm жоғары мәндері болады) алып келеді.

Арпаның (*Hordeum vulgare* L.) этиолирленген алғашқы жапырақтарында 48 сағатта біртіндеп хлорофилл саны артып, сәйкесінше фотосинтетикалық белсенділігі де жоғарылай түседі. Жапырақтағы энергия кинетикасы жылдам артып, ауа температурасы 30°C жеткенде және жарықтану 300° асқанда ең жоғары максимумға жетеді, температура мен жарықтанудың одан ары жоғарылауы кинетиканың төмендеуіне алып келеді [13].

Қартайған жапырақтарындағы түссізденуі яғни, хлорофилл мөлшерінің азаюы нәтижесінде арпаның жарық энергиясының берілу жылдамдығы төмендеп, нәтижесінде флуоресценция шығымы (Fm), ауыспалы флуоресценция (Fv), PSII (Fv/Fm) фотохимиясының кванттық шығымы және ең бастысы фотосинтездің таза өнімі азая түседі [14].

Дақылдарды қашықтықтан мониторинг жүргізуде жерсерік, ҰҰА датчиктерінен алынған түсірілімдер сапасы өсімдік жапырақтарындағы хлорофилл мөлшері мен сапасына тікелей байланысты болып келеді. Хлорофилл мөлшерінің көп болуы және оның түсінің қанық болуы танаптың қалыпты салыстырмалы вегетациялық индекстерінің (NDVI) біршама жоғары болуына алып келеді [15,16,17].

Жоғарыда аталған мәселелерді ескере отырып, солтүстік Қазақстанның құрғақ далалық аймағында арпа дақылының әртүрлі сорттары жапырақтарындағы фотосинтетикалық пигменттерінің мөлшері мен өнімділік арасында болуы мүмкін байланысты зерттеу негізгі мақсат етіп алынды.

Зерттеу материалдары және әдістемесі

Зерттеулерде далалық және зертханалық талдау әдістері қолданылды. Арпа сорттарын далалық зерттеу «С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті» КЕАҚ ғылыми - экспериментальды кампусының базасында, зертханалық зерттеулері университеттің агробиологиялық зерттеулер орталығында жүргізілді.

Зерттеуге отандық және Ресейлік ғалымдар селекциясы шығарған 10 сорты қолданылды. Коллекциялық питомникке сорт тұқымдарын себу жұмыстары таза сүриден кейінгі танабқа аймақ үшін оңтайлы уақытта жүргізілді. Мөлдек ауданы 25 м², 4 қайталым. Ақмола облысының аумағында пайдалануға рұқсат етілген Карагандинский 6 сорты стандарт ретінде алынды.

Бақылаулар, есептеулер және талдаулар жалпы қабылданған әдістемелер мен ҚР мемлекеттік ауылшаруашылық дақылдары сорттарын сынау әдістемелері бойынша жүргізілді [18, 19].

Арпа жарырақтарындағы пигменттер спектрометрде анықталып, концентрациясы Третьяков Н. Н. ұсынған төмендегі формула бойынша есептелді;

$$C_{chl a} \text{ [мг/л]} = 12,21 \cdot D_{663} - 2,81 \cdot D_{646} \quad (1)$$

$$C_{chl b} \text{ [мг/л]} = 20,13 \cdot D_{646} - 5,03 \cdot D_{663} \quad (2)$$

$$C_{car} \text{ [мг/л]} = (1000 \cdot D_{470} - 3,27 \cdot C_{chl a} - 100 \cdot C_{chl b})/229 \quad (3)$$

мұндағы;

D_{470} , D_{646} и D_{663} - 470, 646 и 663 нм жарық толқындарындағы оптикалық тығыздық;
 C - сығынды концентрациясы, мг/л.

Дақыл өнімінің құрылымдық талдауын жүргізу үшін әрбір нұсқадан төрт қайталама жердің бір шаршы алаңынан бау орып алып анықталды [21].

Жаздық арпа дақылының 2018 жылғы вегетация кезеңінде орташа ауа температурасының ауытқуы көпжылдық көрсеткіштермен салыстырғанда -1,1-ден 1,4°С-қа дейін жоғары болуы мен жауын-шашын мөлшерінің мамыр айындағы орташа көп жылдық нормамен салыстырғанда - 20,8 мм аз түсуі, дақылдың өсіп-даму кезеңіндегі ылғал жетіспеушілігіне әкеліп соқты.

2019 ауыл шаруашылығы жылындағы мамыр, шілде және тамыз айлары ауа температурасының жоғарылығымен (12,7°С), ал маусым айы керісінше, ауа температурасының төмен болуымен ерекшеленді және маусым айындағы жауын-шашынның көп болуына қарамастан арпа дақылының өсуі мен дамуына аса қолайлы болған жоқ.

2020 жылғы дақылдардың өсіп даму кезеңінде ауаның орташа температурсы 16,7-20,2°С аралығында болып, 160,8 мм жауын-шашын түсті. Бұл жылдың мамыр айында ауа температурасы жоғары болуымен және керісінше жауын-шашынның өте аз (3,2 мм) түсуімен ерекшеленді. Орташа көпжылдық көрсеткіштермен салыстырғанда ылғал 27,8 мм-ге аз түсті.

Үш жылғы зерттеу барысында қалыптасқан ауа-райы арпа дақылының сыртқы орта қоятын талаптарына аса қолайлы бола қойған жоқ, бірақ 2020 жылғы ауа-райы 2018 және 2019 жылдармен салыстырғанда орташа қолайлы деп тұжырымдауға болады.

Зерттеу танабының топырағы кәдімгі қара қоңыр топыраққа жатады. А горизонты 21-25 см аралығында ауытқыды. Қара шірінді мөлшері 1,1-1,51%, жеңіл гидролизді азот мөлшері - 11-18 мг/кг, жылжымалы фосфор мөлшері - 25-37 мг/кг аралығын құрады. Топырақ ерітіндісінің реакциясы бейтарап.

ҒЗЖ негізгі зерттеу нәтижелері

Өсімдіктердің фотосинтетикалық қызметінің белсенділігін анықтайтын басты көрсеткіштердің бірі хлоропласт пигменттерінің арақатынасы мен жай-күйі. Жарықты сіңіруді, түрлендіруді және тасмалдауды негізінен хлорофилл *a* (Chla) атқарады, хлорофилл *b* (Chlb) фотосинтезге тікелей қатыспайды. Бірақ ол *a* хлорофилл сіңіре алмайтын қарқынды жарықты жұтылуына және алынған энергияны тасмалдауға жауап береді. Каротиноидтар - өсімдіктердің пигменттік кешенінің міндетті компоненті. Ол өсімдіктердегі хлорофилл молекулаларының қайтымсыз фотоқышқылдануы мен тотығу реакцияларына қатысады. Фотосинтетикалық аппараттағы пигменттер саны арпа дақылының генотиптері мен өсіп-даму кезеңдеріне байланысты әртүрлі болуы мүмкін екендігі біздің зерттеулерімізде байқалды.

Хлорофилл-*a* мөлшері әр түрлі генотиптердің түптену-түтікке шығу және масақтану кезеңдерінде 0,151329-0,771856 мг/г аралығын құрады (**1-кесте**).

Ең төмен көрсеткіш -0,151329 мг/г Карагандинский 5 сортында түптену кезеңінде, ал ең жоғары мөлшер 0,771856 мг/г стандарт ретінде алынған Астана 2000 (st) сортында байқалды.

Кесте 1. Арпа генотиптерінің өсіп-даму кезеңдері бойынша хлорофилл-*a* мөлшері, мг/г

№ р/с	Сорттардың атауы	Өсіп-даму кезеңдері		
		Түптену	Түтікке шығу	Масақтану
1	Карагандинский 6 (st)	0,367747	0,244522	0,46408
2	Астана 2000	0,352044	0,771856	0,425388
3	Сабир	0,456543	0,416643	0,379917
4	Целинный голозерный	0,310733	0,422519	0,417033
5	Целинный 60	0,553355	0,7492	0,414341
6	Карагандинский 5	0,151329	0,369007	0,465149

7	Медикум 18	0,311867	0,312846	0,307061
8	Монолит	0,342363	0,339435	0,443282
9	Бригадир	0,378416	0,330408	0,399779
10	Великан	0,256975	0,218099	0,528214

Жаздық арпа генотиптер санының аса көп болмауына қарамастан оның жапырақтарындағы хлорофилл-*a* мөлшерінің ауытқуы бойынша 4 топқа жатқызылды. 1 топ- хлорофилл-*a* мөлшері өсіп-дамудың кезеңдері бойынша тек жоғарылаған (Карагандинский 5), 2-топ- хлорофилл-*a* мөлшері өсіп-дамудың кезеңдері бойынша тек төмендеген (Сабир), 3-топ- түптену кезеңінен түтікке шығу кезеңдерінде хлорофилл-*a* мөлшері өсіп, түтікке шығудан масақтану кезеңдерінде қайта төмендеген (Астана 2000 (st), Целинный голозерный, Целинный 60, Медикум 18), 3-топ- түптену кезеңінен түтікке шығу кезеңдерінде хлорофилл-*a* мөлшері төмендеп, түтікке шығудан масақтану кезеңдерінде қайта жоғарылаған (Карагандинский 6, Бригадир, Великан, Монолит) (1-сурет).



а



б



в



г

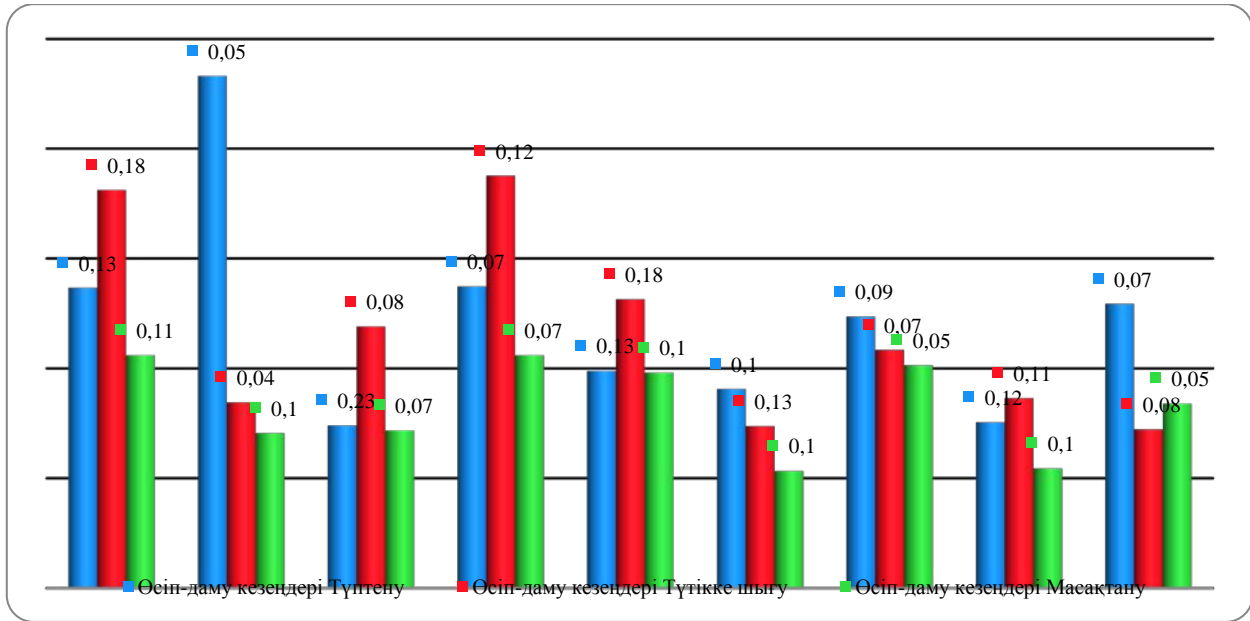
1-сурет. Хлорофилл құрамына талдау жүргізу (а,б- хлорофилл а (Chla), в,г-хлорофилл b (Chlb))

Зерттеуге алынған арпа сорттарының әртүрлі генотиптері мен өсіп-даму кезеңдері бойынша арпа жапырақтарындағы хлорофилл *b* (Chlb) мөлшері 0,043837- 0,233111 мг\г аралығында ауытқиды (2-сурет).

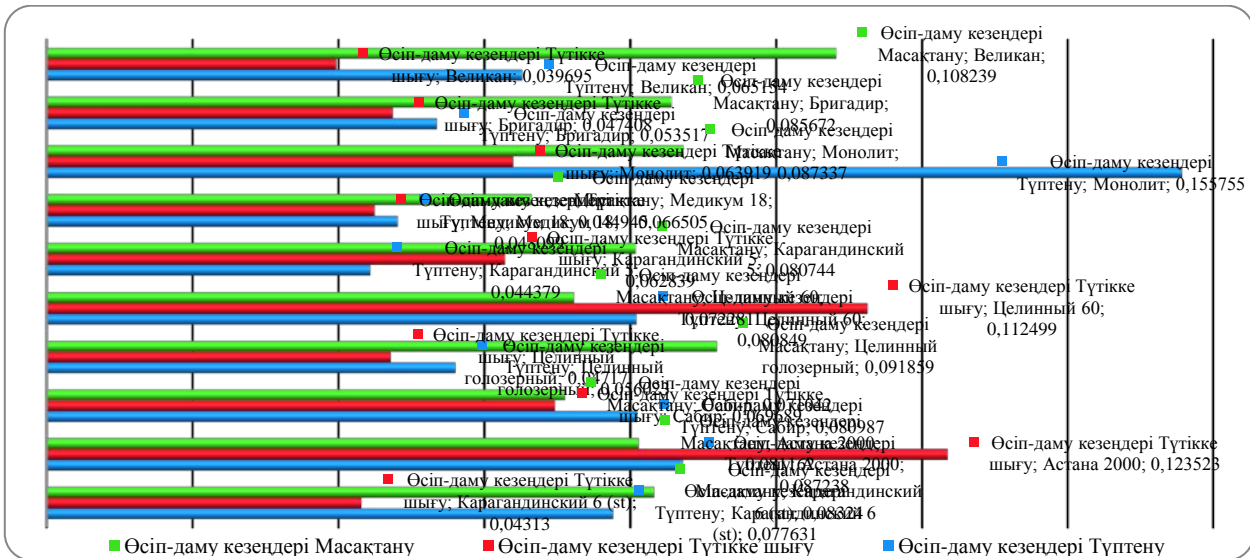
Генотиптерінің әртүрлілігіне қарамастан арпа сұрыптарының өсіп-даму кезеңдерінің келуіне байланысты біртіндеп төмендеу үрдісі байқалды.

Түптену кезеңінде орташа хлорофилл- *b* мөлшері 0,1156, түтікке шығу кезеңінде - 0,1088 артып, масақтану кезеңінде орташа хлорофилл *b* мөлшері 0,0846 мг\г төмендеді.

Зерттеуге алынған материалдардағы каротиноид мөлшері бірқалыпты деңгейде болмайтындығы байқалды, өсіп-даму кезеңдері бойынша оның көрсеткіштері өте көп ауытқыды (3-сурет). Арпа сұрыптарындағы каротиноид мөлшері бойынша ең жоғарғы көрсеткіш Монолит сортында ($C_{car} - 0,155755\text{мг/г}$) түптену кезеңінде және ең төменгі көрсеткіш Карагандинский 5 ($C_{car} - 0,044379\text{ мг/г}$) сортында түптену кезеңінде көрініс берді.



2-сурет. Әр түрлі генотиптегі арпа сұрыптарының өсіп-даму кезеңдері бойынша хлорофилл b мөлшері, мг\г



3-сурет. Жаздық арпаның әр түрлі генотиптері мен өсіп-даму кезеңдері бойынша каротиноид мөлшері, мг\г.

Әр түрлі генотиптердегі хлорофилл-а құрамының өзгергіштігі 93,7%, хлорофилл b өзгергіштігі 91,7% және каротиноидтар мөлшерінің өзгергіштігі 86,4% құрады (2-кесте).

2-кесте. Генотиптер бойынша орташа пигменттер құрамы

Статистикалық параметрлері	Үлгілердегі пигменттер құрамы		
	Хлорофилл а	Хлорофилл б	Каротиноид
Зерттелетін сұрыптар арасындағы орташа мән	0,371874	0,097561	0,075863
Максималды мән	0,771856	0,233111	0,155755
Минималды мән	0,047964	0,019135	0,020435
Өзгергіштік, %	93,7	91,7	86,4

Өнімділігі жоғары сорттар ұзақ уақыт бойы фотосинтетикалық әрекеттің жоғары әлеуетін сақтауға қабілетті. Фотосинтетикалық үрдістердің жоғары деңгейі міндетті түрде өнімділік деңгейінің қаншалықты болуын анықтайтын негізгі көрсеткіш болып табылады.

Ауыл шаруашылық жылдары бойынша ең жоғары және тұрақты өнімділік деңгейге ие болған арпа дақылының сорттарын анықтау селекциялық бағдарламалар үшін өте маңызды аспект болып табылады.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, арпа дақылының өнімділігінің айтарлықтай өзгеруі (9,0-23,9 ц/га) дақылдың өсу жағдайлары мен генетикалық қасиеттеріне байланысты болып келеді (**3-кесте**).

3-кесте. Жаздық арпа дақылының зерттеу жылдарындағы өнімділігі (2018-2020 жж.)

Сорт атауы	Өнімділік, ц/га			Орташа	Ауытқуы, ±
	2018	2019	2020		
Карагандинский 6 (st)	19,4	16,7	18,7	18,2	-
Сабир	17,8	11,5	19,2	16,1	-2,1
Целинный голозерный	15,1	13,5	18,3	15,6	-2,6
Целинный 60	18,1	11,1	21,6	16,9	-1,3
Астана 2000	19,4	16,3	23,9	19,86	+1,66
Карагандинский 5	17,9	16,7	22,4	19,0	+0,8
Медикум 18	15,8	9,0	19,7	14,8	-3,4
Монолит	16,4	15,1	24,7	18,7	+0,5
Бригадир	16,9	14,9	21,5	17,7	-0,5
Великан	17,4	15,8	24,8	19,3	+1,1
Орташа	17,42	14,06	21,48	17,61	-0,65
ЕТЕА ₀₅ - 1,74 ц/га					

2018-2020 ауыл шаруашылығы жылдарында жаздық арпа дақылы сорттарының ішінде ең жоғары өнімділікке Великан, Монолит, Карагандинский 6, Астана 2000, (18,2-19,3 ц/га), ал төмен өнімділікпен Целинный голозерный Медикум 18 (14,2-15,6 ц/га) сорттары ерекшеленді.

Зерттеу нәтижелері және оларды талдау

Өнімділікті қалыптастырудағы ең басты фактордың бірі фотосинтез қарқындылығы мен өсіп-даму жағдайлары болып табылады. Бастапқы органикалық қосылыстар фотосинтез процесінде синтезделеді, биомассаның жинақталуын анықтайды, нәтижесінде қалыптасатын өнім мөлшеріне тікелей әсер етеді. Фотосинтез үрдісінің жүруін анықтайтын негізгі көрсеткіштің бірі және бірегейі пигменттер құрамы мен өнімділік арасындағы байланысқа бағалау жүргізу үшін жасалған математикалық талдау барысында түптену және түтікке шығу кезеңдерінде кері немесе өте төмен корреляциялық байланыста болатындығын көрсетті (**4-кесте**).

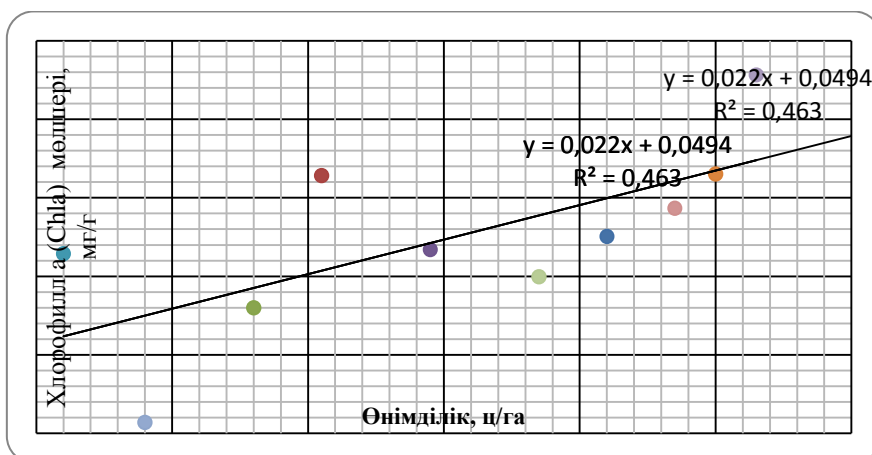
4-кесте. Зерттеуге алынған сорттардың пигменттер құрамы мен өнімділік арасындағы корреляциялық байланыс

Пигменттер құрамы	Арпаның өсіп даму кезеңдері		
	түптену	түтікке шығу	масақтану
Хлорофилл а (Chla)	-0,70849	-0,27645	0,680438
Хлорофилл b (Chlb)	-0,12754	-0,0266	0,218719
Каротиноидтар	0,165751	-0,16744	0,533474

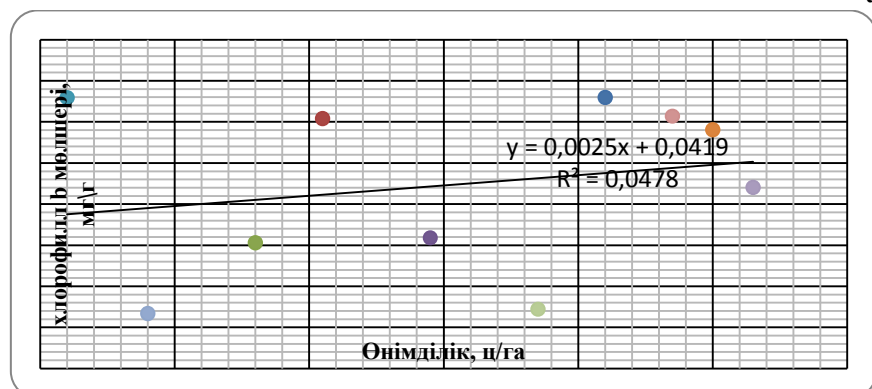
4-кесте мәліметтері көрсеткендей, зерттеуге алынған сорттардың жапырақтарындағы пигменттер құрамы мен өнімділік арасындағы оң корреляциялық байланыс арпа дақылының масақтану кезеңінде байқалды.

Жапырақ пигменттері мен дақыл өнімділігі арасындағы оң жоғары корреляциялық байланыс каротиноидтар ($r=0,533474$) мен хлорофилл *a* ($r=0,680438$), ал төмен корреляциялық байланыс хлорофилл *b* ($r=0,218719$) бойынша анықталынды.

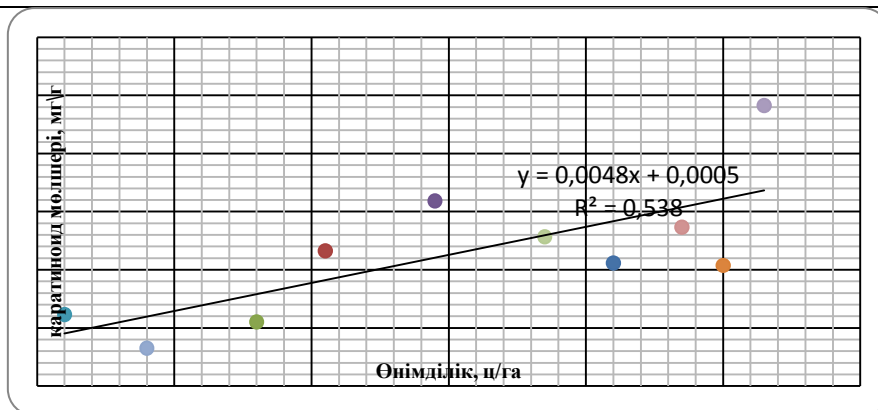
Математикалық талдаулар нәтижесі бойынша анықталған корреляциялық байланыс деңгейі көрінісін сызықтық тәуелділік бейнелері де растайды (**4-сурет**). Хлорофилл *b* (Chlb) мөлшері төмен болуымен қатар дақыл сорттарының өнімділігі тәуелділік сызығынан алшақ жататындығы анық көрінеді, ал хлорофилл *a* (Chla) және каротиноидтар мөлшері дақыл сорттарының өнімділігі тәуелділік сызығына жақын орналасқан. Яғни, арпа дақылының өнімділік деңгейі өсімдік жапырағындағы хлорофилл *a* (Chla) мөлшерімен тығыз байланыста болады.



а



б



В

4-сурет. Пигменттер құрамы мен өнімділік арасындағы сызықтық тәуелділік (а- хлорофилл а (Chla) және өнімділік бойынша, б- хлорофилл b (Chlb) және өнімділік бойынша, каротиноидтар және өнімділік бойынша).

Қорытынды

Ауылшаруашылық дақылдарының өнімділігі өсімдіктердің өсіп-даму кезеңдерінде жүретін фотосинтетикалық үрдістердің сипатына тікелей байланыста болады. Өз кезегінде фотосинтетикалық үрдістердің жүруі өсімдік жапырақтарындағы фотосинтетикалық пигменттердің мөлшеріне тікелей байланысты.

Фотосинтетикалық пигменттердің жоғары мөлшері (орта есеппен $C_{Chl a} - 0,42$, $C_{car} - 0,083$) жаздық арпа дақылының масақтану кезеңінде байқалады. Арпа дақылы жапырақтарының пигменттер кешені концентрациясы неғұрлым жоғары болған сайын соғұрлым өнім мөлшері (орташа 3 жылда 19,86 ц/га дейін) де мол болады. Бірінші ретте арпа дақылының гетерозистік сорттарының өнімділік деңгейін оның жапырақтарындағы хлорофилл а (Chla) концентрациясы анықтайды, яғни ол аталған көрсеткіштердің тығыз корреляциялық байланыста болуымен және сызықтық тәуелділік көріністерімен дәлелденеді.

Пигменттер кешені бойынша пигменттердің жоғары құрамы ретінде Астана 2000 стандарт, Сабир, Монолит сұрыптары ерекшеленеді, осы аталған генотиптерді донор ретінде пайдалану ұсынылады.

Әдебиеттер тізімі

1. Жайлыбай К.Н., Кенбаев Б.К., Медеуова Г.Ж., Сагындыкова А.С. Агрэкологические основы формирования урожая ячменя в зависимости способов внесения удобрений в условиях орошаемого рисового земледелия / К.Н. Жайлыбай, Б.К. Кенбаев, Г.Ж. Медеуова, А.С. Сагындыкова // «Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты». - Алматы, №4(84) 2019. – 136 -143 с.

2. Тохетова Л.А., Шермагамбетов К., Таутенов И.А., Байжанова Б.К., Демесинова А.А., Бекова М.К. Исходный материал для селекции ячменя кормового направления: источники и доноры высокого содержания белка / Л.А. Тохетова, К. Шермагамбетов, И.А. Таутенов, Б.К.Байжанова, А.А.Демесинова, М.К. Бекова // «Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты», - Алматы, 2016. - №3 - 225-231 с.

3. Ержебаева Р.С., Бишимбаева Н.К., Қапасұлы Т., Даниярова А. Скрининг генотипов ячменя на стандартных питательных средах с различным минеральным составом и балансом фитогормонов / Р.С. Ержебаева, Н.К. Бишимбаева, Т. Қапасұлы, А. Даниярова, // «Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты». - Алматы, 2017. - №1, - 102-108 с.

4. Рахимова Е.В., Нургазина А.С., Бишимбаева Н.К. Влияние холодового стресса на ультраструктуру пыльников и микроспор ячменя / Е.В. Рахимова, А.С. Нургазина, Н.К.

Бишимбаева // «Изденистер, нәтижелер – Исследования, результаты». – Алматы, 2017. - №1, 176-184 с.

5. Байдюсен А.А., Кушанова Р.Ж., Джатаев С.А., Жұбатқанов А.Ә. Изучение хозяйственно-ценных признаков сортообразцов ярового ячменя международной коллекции на адаптационную устойчивость к стрессовым ситуациям в условиях северного Казахстана / А.А. Байдюсен, Р.Ж. Кушанова, С.А. Джатаев, А.Ә. Жұбатқанов // «Изденистер, нәтижелер – Исследования, результаты». – Алматы, 2017. - №1, - 185-191 с.

6. Mork-Jansson A., Bue A.K., Gargano D., Furnes C., Reisinger V., Arnold J., et al. (2015) Lil3 Assembles with Proteins Regulating Chlorophyll Synthesis in Barley. / A. Mork-Jansson, A.K. Bue, D. Gargano, C. Furnes, V. Reisinger, J. Arnold, et al. // Plos one. – 2015, №2. - P. 68-72.

7. Tyutereva E.V., Evkaikina A.I., Ivanova A.N., Voitsekhovskaja O.V. The absence of chlorophyll *b* affects lateral mobility of photosynthetic complexes and lipids in grana membranes of Arabidopsis and barley *chlorina* mutants. / E.V. Tyutereva, A.I. Evkaikina, A.N. Ivanova O.V. Voitsekhovskaja // Photosynth Res (2017) p.357–370.

8. Braumann I., Stein N., Hansson M. Reduced chlorophyll biosynthesis in heterozygous barley magnesium chelatase mutants / I. Braumann, N. Stein, M. Hansson // Plant Physiology and Biochemistry. – 2014, - p.14.

9. Marcial L., Sarrafi A. Genetic analysis of some chlorophyll fluorescence and productivity parameters in barley (*Hordeum vulgare*) / L. Marcial, A. Sarrafi // Plant breeding. -1996, - T: 115. - P 339-342.

10. Kocheva K.V., Busheva M.C., Georgiev G.I., Lambrev P.H., Goltsev V.N. Influence of short-term osmotic stress on the photosynthetic activity of barley seedlings. / K.V. Kocheva, M.C. Busheva, G.I. Georgiev, P.H. Lambrev, V.N. Goltsev // Biologia Platarum. – 2005, -P.145-148.

11. Rapacz M., Wójcik-Jagła M., Fiust A., Kalaji H.M. and Kos'cielniak J. Genome-Wide Associations of Chlorophyll Fluorescence OJIP Transient Parameters Connected With Soil Drought Response in Barley. Front. / M. Rapacz, M. Wójcik-Jagła, A. Fiust, H.M. Kalaji and Kos'cielniak J. // Plant Sci. 2019,- P.78-79.

12. Bahrami F., Arzani A., Rahimmalek M. Photosynthetic and yield performance of wild barley (*Hordeum vulgare* ssp. *spontaneum*) under terminal heat stress / F. Bahrami, A. Arzani, M.Rahimmalek // Photosynthetica, - 2019, -P.25-29.

13. Buschmann C., Konanz S., Zhou M., Lenk S., Kocsanyi L., Barocsi A. Excitation kinetics of chlorophyll fluorescence during light-induced greening and establishment of photosynthetic activity of barley seedlings / C. Buschmann, S. Konanz, M. Zhou, S. Lenk, L. Kocsanyi, A. Barocsi // PHOTOSYNTHETICA, -2013, - №2, - P.221-230.

14. Weiwei Lin, Xiaodong Guo, Xinfeng Pan, Zhaowei Li. Chlorophyll Composition, Chlorophyll Fluorescence, and Grain Yield Change in *esl* Mutant Rice / Lin Weiwei, Guo Xiaodong, Pan Xinfeng, Li Zhaowei // International Journal of Molecular Sciences, - №3, -2018, P.26-30.

15. Dongdong Xu, Dan Sun, Yanling Diao, Minxuan Liu, Jia Gao, Bin Wu, Xingmiao Yuan, Ping Lu, Zongwen Zhang, Jing Zhang, Ganggang Guo. Fast mapping of a chlorophyll *b* synthesis-deficiency gene in barley (*Hordeum vulgare* L.) via bulked segregant analysis with reduced-representation sequencing / Xu Dongdong, Sun Dan, Diao Yanling, Liu Minxuan, Gao Jia, Wu Bin, Yuan Xingmiao, Lu Ping, Zhang Zongwen, Zhang Jing, Guo Ganggang // The Crop Journal, 2019,- P.58-64.

16. Wang R., Yang F., Zhang X-Q., Wu D., Tan C., Westcott S., Broughton S., Li C., Zhang W. and Xu Y. (2017) Characterization of a Thermo-Inducible Chlorophyll-Deficient Mutant in Barley / R. Wang, F. Yang, X-Q. Zhang, D. Wu, C. Tan, S. Westcott, S. Broughton, C. Li, W. Zhang. and Y. Xu. // Plant Science, 2017.- P.26-32.

17. Begovic L., Galic C.V., Abicic I., Loncaric Z., Lalic A., Mlinaric S. Implications of intra-seasonal climate variations on chlorophyll *a* fluorescence and biomass in winter barley breeding program / L. Begovic, C.V. Galic, I. Abicic, Z. Loncaric, A. Lalic, S. Mlinaric. // Photosynthetica. - 2020. - №1. – P.58-61.

18. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). - 5-е изд., доп. и перераб. / Б.А. Доспехов, -М.: Агропромиздат, 1985. - 351 с, ил. -(Учебники и учеб. пособия для высш. учеб. заведений).

19. Методика проведения сортоиспытания сельскохозяйственных растений. Утверждена приказом Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от «13» мая 2011 года №06-2/254.-81 с.

20. Третьяков Н.Н., Карнаухова Т.В., Паничкин Л.А. и др. Практикум по физиологии растений / Н.Н. Третьяков, Т.В. Карнаухова, Л.А. Паничкин. и др. М.: Агропромиздат, 1990. 271 с.

21. Аринов К., Искаков М., Можаяев Н., Серекпаев Н., Шестакова Н.А. Практикум по растениеводству / К. Аринов, М. Искаков, Н. Можаяев, Н. Серекпаев., Н.А. Шестакова, - Астана. Издательство - Фолиант, 2017. - 408 с.

References

1. Jailybai K.N., Kenbaev B.K., Medeýova G.J., Sagyndykova A.S. Agroekologicheskie osnovy formirovaniya ýrojaia iachmená v zavisimosti sposobov vneseniya ýdobrenii v ýsloviyah oroshaemogo risovogo zemledelia / Jailybai K.N., Kenbaev B.K., Medeýova G.J., Sagyndykova A.S. // «Izdenister, nátiyeler – Issledovaniya, rezýltaty». - Almaty, №4(84) 2019. – 136 -143 s.

2. Tohetova L.A., Shermagambetov K., Taýtenov I.A., Baijanova B.K., Demesinova A.A., Bekova M.K. Ishodnyi material dlá seleksii iachmená kormovogo napravleniia: istochniki i donory vysokogo soderjaniia belka / L.A. Tohetova, K. Shermagambetov, I.A. Taýtenov, B.K. Baijanova, A.A. Demesinova, M.K. Bekova // «Izdenister, nátiyeler – Issledovaniya, rezýltaty», - Almaty, 2016. - №3 - 225-231 s.

3. Erjebaeva R.S., Bishimbaeva N.K., Qapasuly T., Daniarova A. Skringing genotipov iachmená na standartnyh pitatelnyh sredah s razlichnym mineralnym sostavom i balansom fitogormonov / R.S. Erjebaeva, N.K. Bishimbaeva, T. Qapasuly, A. Daniarova, // «Izdenister, nátiyeler – Issledovaniya, rezýltaty». - Almaty, 2017. - №1, - 102-108 s.

4. Rahimova E.V., Nýrgazina A.S., Bishimbaeva N.K. Vlianie holodovogo stressa na últrastrýktýry pylnikov i mikrospor iachmená / E.V. Rahimova, A.S. Nýrgazina, N.K. Bishimbaeva // «Izdenister, nátiyeler – Issledovaniya, rezýltaty». –Almaty, 2017. - №1, 176-184 s.

5. Baidúsen A.A., Kýshanova R.J., Djataev S.A., Jubatqanov A.Á. Izýchenie hozáistvenno-sennyh priznakov sortoobrazsov iarovogo iachmená mejdýnarodnoi kolleksii na adaptatsionnýy ýstoichivos k stressovym sitýasiam v ýsloviyah severnogo Kazahstana / A.A. Baidúsen, R.J. Kýshanova, S.A. Djataev, A.Á. Jubatqanov // «Izdenister, nátiyeler – Issledovaniya, rezýltaty». – Almaty, 2017. - №1, - 185-191 s.

6. Mork-Jansson A., Bue A.K., Gargano D., Furnes C., Reisinger V., Arnold J., et al. (2015) Lil3 Assembles with Proteins Regulating Chlorophyll Synthesis in Barley. / A. Mork-Jansson, A.K. Bue, D. Gargano, S. Furnes, V. Reisinger, J. Arnold, et al. // Plos one. – 2015, №2.- R.68-72.

7. Tyutereva E.V., Evkaikina A.I., Ivanova A.N., Voitsekhovskaja O.V. The absence of chlorophyll b affects lateral mobility of photosynthetic complexes and lipids in grana membranes of Arabidopsis and barley chlorina mutants. / E.V. Tyutereva, A.I. Evkaikina, A.N. Ivanova O.V. Voitsekhovskaja // Photosynth Res (2017) r.357-370.

8. Braumann I., Stein N., Hansson M. Reduced chlorophyll biosynthesis in heterozygous barley magnesium chelatase mutants / I. Braumann, N. Stein, M. Hansson // Plant Physiology and Biochemistry. – 2014,- p.14.

9. Marcial L., Sarrafi A. Genetic analysis of some chlorophyll fluorescence and productivity parameters in barley (*Hordeum vulgare*) / L. Marcial, A. Sarrafi // Plant breeding. -1996, - T: 115. - R 339-342.

10. Kocheva K.V., Busheva M.C., Georgiev G.I., Lambrev P.H., Goltsev V. N. Influence of short-term osmotic stress on the photosynthetic activity of barley seedlings. / K.V. Kocheva, M.C. Busheva, G.I. Georgiev, P.H. Lambrev, V.N. Goltsev // *Biologia Platarum*. – 2005, -P.145-148.
11. Rapacz M., Wójcik-Jagła M., Fiust A., Kalaji H.M. and Kos cielniak J. Genome-Wide Associations of Chlorophyll Fluorescence OJIP Transient Parameters Connected With Soil Drought Response in Barley. *Front. / M. Rapacz, M. Wójcik-Jagła, A. Fiust, H.M. Kalaji and Kos cielniak J. // Plant Sci. 2019,- P.78-79.*
12. Bahrami F., Arzani A., Rahimmalek M. Photosynthetic and yield performance of wild barley (*Hordeum vulgare* ssp. *spontaneum*) under terminal heat stress / F. Bahrami, A. Arzani, M.Rahimmalek // *Photosynthetica*, - 2019, -P.25-29.
13. Buschmann C., Konanz S., Zhou M., Lenk S., Kocsanyi L., Barocsi A. Excitation kinetics of chlorophyll fluorescence during light-induced greening and establishment of photosynthetic activity of barley seedlings / C. Buschmann, S. Konanz, M. Zhou, S. Lenk, L.Kocsanyi, A. Barocsi // *PHOTOSYNTHETICA*, -2013, - №2,- R.221-230.
14. Weiwei Lin, Xiaodong Guo, Xinfeng Pan, Zhaowei Li. Chlorophyll Composition, Chlorophyll Fluorescence, and Grain Yield Change in *esl* Mutant Rice / Lin Weiwei, Guo Xiaodong, Pan Xinfeng, Li Zhaowei // *International Journal of Molecular Sciences*, - №3, -2018, P.26-30.
15. Dongdong Xu, Dan Sun, Yanling Diao, Minxuan Liu, Jia Gao, Bin Wu, Xingmiao Yuan, Ping Lu, Zongwen Zhang, Jing Zhang, Ganggang Guo. Fast mapping of a chlorophyll b synthesis-deficiency gene in barley (*Hordeum vulgare* L.) via bulked segregant analysis with reduced-representation sequencing / Xu Dongdong, Sun Dan, Diao Yanling, Liu Minxuan, Gao Jia, Wu Bin, Yuan Xingmiao, Lu Ping, Zhang Zongwen, Zhang Jing, Guo Ganggang // *The Crop Journal*, 2019,- P.58-64.
16. Wang R., Yang F., Zhang X-Q., Wu D., Tan C., Westcott S., Broughton S., Li C., Zhang W. and Xu Y. (2017) Characterization of a Thermo-Inducible Chlorophyll-Deficient Mutant in Barley / R.Wang, F.Yang, X-Q. Zhang, D.Wu, C.Tan, S.Westcott, S.Broughton, C. Li, W.Zhang. and Y. Xu. // *Plant Science*, 2017.- P.26-32.
17. Begovic L., Galic C.V., Abicic I., Loncaric Z., Lalic A., Mlinaric S. Implications of intra-seasonal climate variations on chlorophyll fluorescence and biomass in winter barley breeding program / L. Begovic, C.V. Galic, I. Abicic, Z. Loncaric, A. Lalic, S. Mlinaric. // *Photosynthetica*. - 2020. - №1. – P.58-61.
18. Dospěhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezyl'tatov issledovaniy). - 5-e izd., dop. i pererab. / B.A. Dospěhov, -M.: Agropromizdat, 1985. - 351 s, il. - (Úchebniki i úcheb. posobia dlá vyssh. úcheb. zavedenií).
19. Metodika provedeniya sortoispytaniya selskohozáistvennyh rastenií. Útverjdena prikazom Ministra selskogo hozáistva Respyblikí Kazahstan ot "13" maia 2011 goda №. 06-2/254.-81 c.
20. Tretákov N.N., Karnáyhova T.V., Panichkin L.A. i dr. Praktikým po fiziologii rastenií / N.N.Tretákov, T.V.Karnáyhova, L.A. Panichkin. i dr. M.: Agropromizdat, 1990. 271 s.
21. Arinov K., Iskakov M., Mojaev N., Serepaev N., Shestakova N.A. Praktikým po rasteniievodstvú / K. Arinov, M. Iskakov, N. Mojaev, N. Serepaev., N.A. Shestakova, - Astana. Izdatelstvo - Foliant, 2017. - 408 s.

**Кипшакбаева Г.А*., Амантаев Б.О., Кипшакбаева А.А.,
Рысбекова А.Б., Кульжабаев Е.М.**

*НАО «Казахский агротехнический университет им. С. Сейфулина, Астана, Казахстан,
guldenkipshakbaeva@bk.ru

ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЕ ПИГМЕНТЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ГЕНОТИПОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Аннотация

В данной статье показана связь содержания фотосинтетических пигментов сортов культуры ярового ячменя в условиях сухостепной зоны Северного Казахстана, в том числе изменения содержания хлорофилла а (Chla), хлорофилла b (Chlb) и каротиноидов в период кущения, выход в трубку и колошения и уровня урожайности за годы исследований. Доказано, что по генотипам ярового ячменя высокое содержание фотосинтетических пигментов в листьях (С Chl a -0,42, С car - 0,083) в период колошения растений и имеет положительную корреляционную связь между урожайностью, что подтверждено изображениями линейной зависимости.

Картина уровня корреляционной связи, определенная по результатам математического анализа, также подтверждается изображениями линейной зависимости. Наряду с низким содержанием хлорофилла b (Chlb), очевидно, что урожайность сортов ячменя находится далеко от линии зависимости, в то время как количество хлорофилла а (Chla) и каротиноидов близко к линии зависимости продуктивности сортов культуры. Продуктивность - находится в прямой связи с характером фотосинтетических процессов, протекающих на этапах роста и развития растений. В свою очередь, протекание фотосинтетических процессов напрямую зависит от количества фотосинтетических пигментов в листьях растений.

Доказано, что по генотипам ярового ячменя высокое содержание фотосинтетических пигментов в листьях (С Chl a -0,42, С car - 0,083) в период колошения растений и имеет положительную корреляционную связь между урожайностью, что подтверждено изображениями линейной зависимости.

Приведена тесная связь уровня урожайности культуры ячменя с количеством хлорофилла а (Chla) в листьях растений ($r=0,680438$), по комплексу пигментов рекомендуется использовать в качестве донора сорта Астана 2000, Сабир, Монолит при практической селекции для повышения урожайности зерна.

Ключевые слова: яровой ячмень, фазы роста и развития, фотосинтетические пигменты, урожайность, математическая обработка, каротиноиды, хлорофилл.

**Kipshakbaeva G.A*., Amantaev B.O., Kipshakbaeva A.A.,
Rysbekova A.B., Kulzhabaev E.M.**

*S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Almaty, Kazakhstan,
guldenkipshakbaeva@bk.ru

PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS AND PRODUCTIVITY OF SPRING BARLEY GENOTYPES

Abstract

This article shows the relationship between the content of photosynthetic pigments of spring barley varieties in the conditions of the dry-steppe zone of Northern Kazakhstan, including changes in the content of chlorophyll a (Chla), chlorophyll b (Chlb) and carotenoids during tillering, output into the tube and earing, and the yield level over the years of research. It is proved that according to

the genotypes of spring barley, the high content of photosynthetic pigments in the leaves (With Chl a -0.42, C car-0.083) during the earing of plants has a positive correlation between yield, which is confirmed by images of linear dependence.

The picture of the level of correlation, determined by the results of mathematical analysis, is also confirmed by images of linear dependence. Along with the low content of chlorophyll b (Chlb), it is obvious that the yield of barley varieties is far from the dependence line, while the amount of chlorophyll a (Chla) and carotenoids is close to the dependence line of the productivity of crop varieties. Productivity is directly related to the nature of photosynthetic processes occurring at the stages of plant growth and development. In turn, the course of photosynthetic processes directly depends on the amount of photosynthetic pigments in the leaves of plants.

It is proved that according to the genotypes of spring barley, the high content of photosynthetic pigments in the leaves (With Chl a -0.42, C car-0.083) during the earing of plants has a positive correlation between yield, which is confirmed by images of linear dependence.

A close relationship is shown between the yield level of barley culture and the amount of chlorophyll a (Chla) in plant leaves ($r=0.680438$), according to the complex of pigments, it is recommended to use Astana 2000, Sabir, Monolith varieties as a donor in practical breeding to increase grain yield.

Keywords: spring barley, growth and development phases, photosynthetic pigments, yield, mathematical processing, carotenoids, chlorophyll.