

ЖАЗДЫҚ ЖҰМСАҚ БИДАЙ ӨНІМІН ҚАЛЫПТАСТЫРУЫН ҚАШЫҚТЫҚТАН МОНИТОРИНГ ЖҮРГІЗУ

*Б.О. Амантаев, К.К. Айтуганов,
Г.Ж. Стыбаев, Е.М. Кульжабаев*

С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті

Аннотация

Бұл мақалада Солтүстік Қазақстан жағдайында жаздық бидайдың негізгі өсіп-даму кезеңдеріндегі өсімдік тығыздығының өзгеруі, өсіп-даму кезеңдеріндегі фотосинтетикалық әрекетінің негізгі көрсеткіштерінің өзгеру сипаттары мен жер серіктерінің орташа қашықтықтағы түсірілім нәтижесінен алынған дақылдың мөлшерленген өсіп-даму индексінің (NDVI) динамикасы, жаздық бидайдың биологиялық өнімділігі мен әртүрлі кезеңаралықтардағы танаптың NDVI көрсеткіштері арасындағы байланыстың болатындығы көрсетіліп, танаптың біртекті болмауы, өсімдік тығыздығының әртүрлі болуы (278,52-312,27 дана/м²), өнімнің біркелкі піспеуі дәлелденген.

Қашықтықтан жүргізілген мониторинг нәтижесіне сүйене отырып, жаздық жұмсақ бидай дақылын өсіру барысында агротехникалық шараларға тиісті түзетулерді жедел енгізу мәселесі, танаптың жасылдану индексінің динамикасы келтіріліп, танап өнімділігінің біртекті болмауы себебінен нақты өнімділіктің ауытқуы бір танап көлемінде 204 пайызға дейінгі айырмашылыққа алып келетіндігі көрсетілген.

Түйін сөздер: жаздық жұмсақ бидай, қашықтықтан мониторинг, зондтау, қалыпты вегетациялық индексі, өсіп-даму кезеңдері, фотосинтетикалық әрекет, өнімділік.

Кіріспе

Өсімдік шаруашылығы өнімдерін өндіруде ғарыштық мониторинг күн өткен сайын танымал болып келеді. Оның негізгі артықшылығы егістіктің жалпы жағдайын, өсімдіктің өсіп-даму барысын қашықтықтан тез, әрі жылдам бақылауға мүмкіншілік етеді. Баруы қиын жерлерде болып жатқан мәселелерді көріп, қажет

болған жағдайда келесі жүргізілетін агрошараларға тиісті түзету жасалынады. Ғарыштық мониторинг арқылы егістіктен алынатын өнімділікті болжауға, танаптың тарихын қарауға, жүргізілген агротехникалық шараларды бағалауға болады [1].

Ауылшаруашылық дақылдарының өсіп-дамуына

қашықтықтан мониторинг жүргізу олардың өнімділігін бағалауға және өсімдіктердің өсіп-дамуының жүру барысы туралы дәл ақпараттарды көрсетеді. Мұндай әдіспен жүргізілген мониторинг нәтижесінде егістіктегі дақылдың өсіп-даму кезеңдері жаздық бидайда 3, жүгеріде 9 күнге дейін ауытқуы мүмкін [2,3].

Жер серіктерінің орташа қашықтықтағы түсірілім нәтижесінен алынған өсіп-даму индексі (NDVI) суреттері ауылшаруашылық дақылдарының өсіп-дамуына мониторинг жүргізумен қатар, алынатын өнім деңгейін алдын-ала анықтауды да қамтамасыз ете алады, жер үстінде жүргізілген есептеулерге қарағанда өнімділік небары орташа 6 пайызға ауытқиды [4].

Кез келген ауылшаруашылық дақылдарының қалыпты өсіп-даму индексі (NDVI) олардың өнімділігін бағалауда тиімді құрал болып табылады. Өсімдіктердің мөлшерленген өсіп-даму индексі (NDVI) мен өнімділігі арасында тығыз корреляциялық байланыс болады және ол өсіріліп отырған дақылдың топырақ-климаттық жағдайларына тікелей тәуелді болып келеді [5, 6].

Танаптағы өсіп тұрған дақылдың мөлшерленген өсіп-даму индексі (NDVI) деңгейі топырақ бетін өсімдіктің жапырағының қаншалықты жауып тұруына тікелей байланысты. Яғни, өсімдіктің вегетативті массасының қалыптасуы оның өсіп-даму деңгейіне және өсу жылындағы ауа-райы жағдайларына тікелей байланысты болып келеді.

Бірнеше рет жер серіктері түсірген суреттерден алынған NDVI композициялары дақылдың нақты жағдайлары, олардың түрлері, себілген егістік көлемдері және өнімділіктің картографиялық жағдайлары туралы мәліметтерді тез арада бере алады [7].

Ауылшаруашылық егістіктерін қашықтықтан зондтау жүргізбес бұрын бір ғана жер серік түсірілім нәтижесіне иек артамын деген қағидат теріс пікір болып табылады. Себебі, зерттеу барысында белгіленген күндері аралығындағы жерсерік түсірілімдері пайдалануы тиіс болса, болатын бұлтты күндер нақты сол жер серік түсіріліміне сәйкес келу ықтималдылығы жоғары. Сондықтан, жер серіктері түсірілімдерін өңдеу барысында өсімдіктің ылғалды және құрғақ биомасса мөлшері саралануы керек [8].

Егістіктердің жағдайына мониторинг жүргізуде жерсеріктердің оптикалық түсірілімдер индексі пайдалану бірнеше онжылдықтар бойы жүргізіліп отырғанымен көптеген зерттеушілер, түсірілімдер нәтижесінің дәлділігіне күмән келтіреді. Себебі, жерсеріктің түсірілім уақыты, түсірілу жағдайы, ауа-райы жағдайлары әртүрлі болуы көптеп кездеседі [9, 10].

Жер серіктердің түсірілімдерінің нақтылығына күмән болғанда немесе жоғары дәлділікті қажет ететін ғылыми жұмыстарда Green Seeker белсенді оптикалық датчиктерін қолдану қашықтықтан түсіріліп алынған мәліметтерге қарағанда өсімдіктердің өсіп-даму

индексінің дәл көрсетілуі біршама жоғары және өнімділікті болжау тиімділігі 85 пайызға дейін дәл [11] мәліметтер алуға қол жеткізіледі.

Кейбір ғалымдардың пайымдауынша, дақыл өнімділігін қашықтықтан мониторинг жүргізу мәліметтері арқылы болжауда тек вегетациялық индекс параметрлерін қолдану оң нәтиже бермейді [12]. Бұл жағдайда егістіктегі өсімдіктің жапырақ алаңының көлемін білу өте маңызды. Аталған мәліметтер ауылшаруашылық дақылдарының өсіп-даму жағдайының нақты көріністерін толық көрсете отырып,

астық өнімділігін дәл болжауға септігін тигізеді. Себебі, өсімдік қалыптастыратын өнім негізінен фотосинтез процесі нәтижесінде түзіледі. Фотосинтез процессінің басым бөлігі жапырақта жүретіндіктен қалыпты өсіп-даму индексінің көрсеткіші жапырақ бетінің ауданына тікелей тәуелді болып келуі заңдылық болып табылады.

Егіншілік мәдениетін көтеру мен астық өндірісінде космостық мониторинг жүргізуде бірінші ретте өсімдіктің фотосинтетикалық өнімділік көрсеткіштерін анықтаудың маңызы зор.

Зерттеу материалдары және әдістемесі

Зерттеу жүргізілген орын, зерттеу жылындағы топырақ-климаттық жағдайы. Зерттеу жұмысы Солтүстік Қазақстан

облысы, Қызылжар ауданы, Бескөл ауылында орналасқан «Шағала Агро» ЖШС-нің №1 танабында өтті (сурет 1).



Сурет 1- Зерттеу танабының жер серіктен түсірілген көрінісі

Танап Петропавловск қаласынан оңтүстік батысқа қарай 8,6 км қашықтықта, $54^{\circ}45-46''$ С, $69^{\circ}10-13''$ координатында орналасқан. Танап топырағының рельефі бірқалыпты тегіс, еңкіссіз.

Солтүстік Қазақстан облысы, Қызылжар ауданы, Бескөл ауылы

орналасқан жер ГТК ылғалдылық коэффициенті 1,0-1,2 бірлік құрайтын «орташа ылғалды, орташа жылы» аймаққа жатады. Көпжылдық жауын-шашын мөлшері 380мм, ал 10°C жоғары температура жиынтығы 2200°C құрайды. Дақылдың өсіп-даму кезеңінде минималды

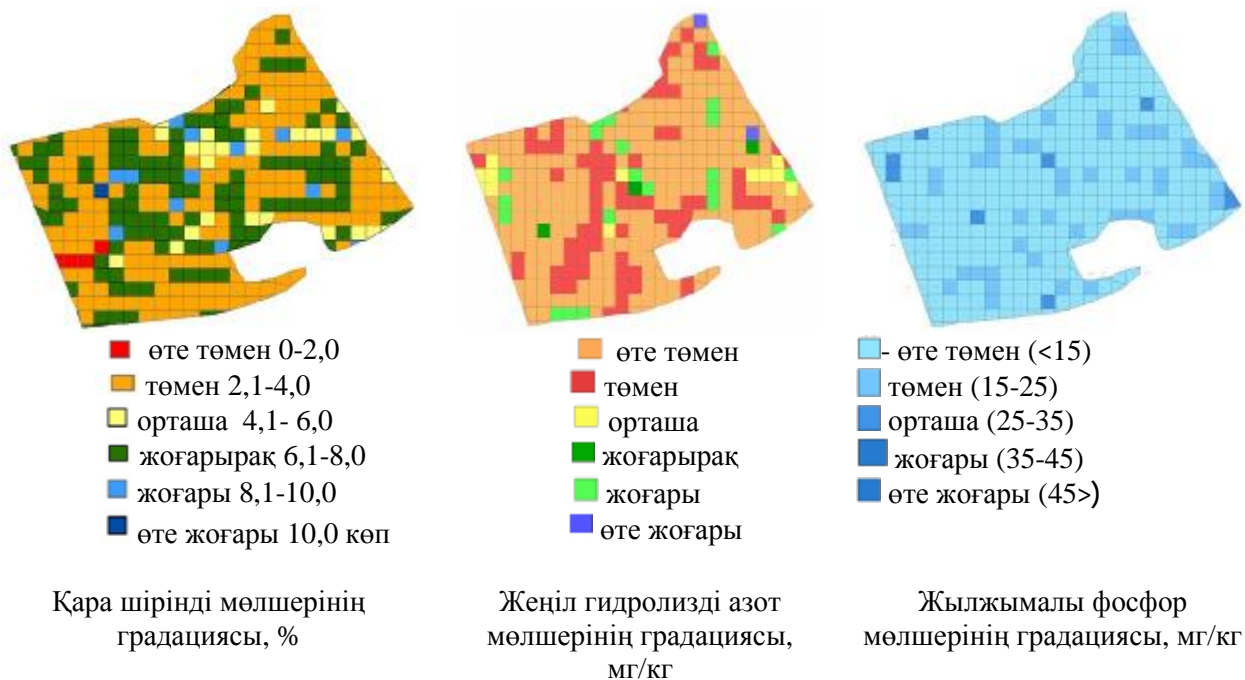
температура 5,8°C, максималды - 25,3°C болып, астық сапасының жоғары болуына ықпал етеді.

Зерттеу жылында ауа-райы жаздық бидайдың өсіп-даму кезеңінде орташа температура 18,9 °C, минималды 7,8 және максималды 23,6 °C аралығында ауытқыды. Маусым және шілде айларында ауа температурасы көпжылдық мәліметтерге қарағанда 0,8°C жоғары, ал тамыз айында керісінше 0,7°C төмен болды.

Ылғал режимі бойынша, зерттеу орны көпжылдық мәліметтерге қарағанда қолайлы болуымен ерекшеленеді. Маусым айында 37,4 мм, шілде айында 97 мм

және тамыз айында 139 мм жауын жауды. Онкүндіктер бойынша жауын-шашынның түсуі бірқалыпты, ең көп жауын 22 тамызда 35 мм және 31 тамызда 15 мм түсті.

Топырақ сипаты бойынша танап орташа ылғалды кәдімгі қара топырақ аймағына жатады. А горизонты 25-27 см аралығында ауытқыды, Топырақ бетінің жоғары горизонты күңгірт-қара немесе қара түсті, кесекті-дәнді құрылымды, қара шірінді мөлшері 1,2-10,8%, жеңіл гидролизді азот мөлшері - 5-27 мг/кг, жылжымалы фосфор мөлшері - 15-45 мг/кг аралығын құрады (сурет 2).



Сурет 2 - Шаруашылық топырағының агрохимиялық сипаттамасы

Танап топырағы құрамындағы негізгі қоректік заттар біркелкі емес болуымен айқындалып ол 2 суретте анық көрінеді, әсіресе қарашірінді және жеңіл гидролизді азот мөлшері бойынша.

Топырақтың тұздылық немесе кермектік белгілер білінбейді. Топырақ ерітіндісінің реакциясы бейтарап.

Жалпы алғанда, зерттеу жылында нақты танаптағы топырақ-климаттық жағдайлар жаздық жұмсақ бидай дақылы үшін өте қолайлы болуымен ерекшеленді.

Зерттеу нысаны мен қолданылған әдістемелер

Зерттеуге нақты ауданда өсіруге рұқсат етілген жаздық жұмсақ бидайдың Астана-2 сорты (1-репродукция) алынды [13]. Дақылды өсіру технологиясы аймаққа ұсынылған нұсқамен сәйкестендірілген, себу мерзімі 22.05.2018ж., себу мөлшері 3,5 млн. өңгіш дән/га. Зерттеу барысында алынған мәліметтер 1 суретте көрсетілген нүктелерден 3 қайталауымен алынды.

Жаздық жұмсақ бидай егістігін 12-18 күн аралығындағы Sentinel-2 жер серігінің 10 м-лік кеңістіктегі шешімді түсірілімдері арқылы мониторинг жүргізілді. Алынған түсірілімдер ArcGIS ол келесі тендеумен шығарылды;

бағдарламасында өңделіп, танаптың қалыпты салыстырмалы вегетациялық индексі (NDVI) алынады. Қалыпты салыстырмалы вегетациялық индекс нақты физика математикалық шешімдер нәтижесі болып табылады. Оның мәні ауа-райына, жылдардағы болатын өзгерістерге тәуелді емес [3,5,11], тек алынатын көрсеткіштерге әртүрлі жағдайлар әсер етуі мүмкін.

Өсімдік жамылғысының егістікті жапырақ алаңымен жабу көрсеткіші болып табылатын NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) жерсеріктегі инфра қызыл және қызыл спектрлердің шағылысуына негізделген [14] және

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1)$$

мұндағы; NIR - спектрдің жақын инфрақызыл сәулелерінің шағылысуы;
RED - спектрдің қызыл сәулелерінің шағылысуы.

Өсімдіктердің фотосинтетикалық потенциалын анықтау жаздық бидайдың негізгі өсіп-даму кезеңдерінде жүргізілді. Жапырақ ауданын анықтау мақсатында бір шаршы метр жерден алынған 60 өсімдіктегі жапырақтардың ені мен ұзындығын

зерттеудің барлық нұсқаларынан өсімдіктің егін көгі пайда болуы, түптену, түтікке шығу, масақтану және дәннің толық пісу кезеңдерінде өлшеу арқылы жүргізілді. Жапырақтың ауданын Аникеев-Кутузов формуласы бойынша есептелінді [15].

$$S = 2/3 P \cdot h \quad (2)$$

мұндағы; S- жапырақ ауданы, кв.м;
P - жапырақ ұзындығы, см;
h-жапырақ ені, см

Жапырақ бетінің фотосинтетикалық потенциалы және фотосинтездің таза өнімділігі А.А.Ничипорович әдістемесі негізінде есептелінді [16].

Фенологиялық бақылау Қазақстан Республикасы мемлекеттік ауылшаруашылық дақылдары сорттарын сынау әдістемесіне сай жүргізілді [17].

Дақыл өнімінің биологиялық өнімділігі мен құрылымдық талдауын жүргізу үшін әрбір нұсқадан төрт қайталама жердің бір шаршы алаңынан бау орып алып анықталынды [18].

Б.А.Доспехов әдістемесі бойынша зерттеу нәтижелерін математикалық өңдеу жүргізілді [19].

ҒЗЖ негізгі зерттеу нәтижелері

«Шағала Агро» ЖШС жағдайында жаздық жұмсақ бидайдың Астана-2 сортын гектарына 3,5 өңгіш дән себу мөлшерімен себілгендігін ескерсек, далалық өңгіштік толық түптену кезеңіндегі есеппен 67,38-98,6 % көрсетті. Танаптағы өсімдіктердің жалпы жағдайы жер серіктер түсірілімдеріндегі өсіп-даму индекстері бірдей болып көрінгенімен, әрбір зерттеу нүктелері мен есептеу мөлдектеріндегі өсімдіктердің өсіп-

даму кезеңдеріндегі айырмашылық Задокс бойынша 3-7 бірлікке дейін ауытқыды (1-кесте).

Бір нүктенің өзіндегі ауытқу, танаптағы өсімдіктердің біркелкі дамымауын көрсетеді. Яғни, олардың дамуына кедергі болатын факторлардың болуы танаптағы нақты жағдайды көрсете алады. Ол өз кезегінде өсіп шыққан өскіндер санының азаюына да ықпал еткендігін 1-кесте мәліметтері дәлелдейді.

Кесте 1. Жаздық жұмсақ бидай өсімдігінің негізгі өсіп-даму кезеңдеріндегі өсімдік тығыздығының өзгеруі

Есептеу мөлдектері №	Задокс бойынша өсіп даму кезеңдері				Өсіп-даму кезеңдері бойынша өсімдіктер саны, дана/м ²				Өсімдіктердің сақталуы, %
	Түптену	Түтікке шығу	Масақтану-гүлдену	Пісіп-жетілу	Түптену	Түтікке шығу	Масақтану-гүлдену	Пісіп-жетілу	
1	25-28	32-37	59-62	85-89	295,33	294,99	278,52	278,52	94,52
2	26-29	33-37	62-67	87-92	313,33	311,24	302,57	299,07	95,45
3	25-29	31-34	61-65	86-90	338,61	325,54	311,23	308,37	91,07
4	26-28	33-37	62-67	88-91	304,66	301,04	296,21	294,75	96,75
5	26-29	32-36	63-69	89-93	345,16	336,86	313,11	312,27	90,47
6	25-28	31-35	59-63	86-92	235,83	235,41	235,41	235,41	99,82
7	26-29	33-37	62-67	88-91	333,16	330,88	314,28	311,67	93,55
8	26-28	32-35	62-67	89-92	320,16	318,06	300,97	304,24	95,03

Орташа	25-29	31-37	59-67	85-93	310,78	306,75	294,03	293,03	94,58
--------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	-------

Жаздық бидай өсімдігінің өсіп-даму кезеңі ұлғайған сайын 1 шаршы алаңдағы өсімдіктер саны азая түсіп (310,78 дана/м²), дақылдың пісіп жетілу кезеңінде орта есеппен 293 дана/м² құрады. Өсімдік санының кемуі негізінен түтікке шығу- масақтану -гүлдену кезеңдері аралығында көп жүрді.

Шаруашылықтың жаздық бидай танабындағы өсімдіктердің жапырақ бетінің алаңы егін көгінің пайда болуы-түптену кезең аралық фазасында 3,76 мың м²/га құрап, өсімдіктің өсіп-дамуына байланысты жапырақ бетінің максималды шегіне масақтану гүлдену кезең аралықтарында (35,11 мың м²/га) жетті, одан әрі дақылдың төменгі жапырақтарының қурауы және ассимилянттардың өнім түзуші мүшелерге ағуына байланысты жапырақ бетінің ауданы біртіндеп

азайып өнімнің толық пісу кезеңінде 12,76 мың м²/га тұрақтады (кесте 3).

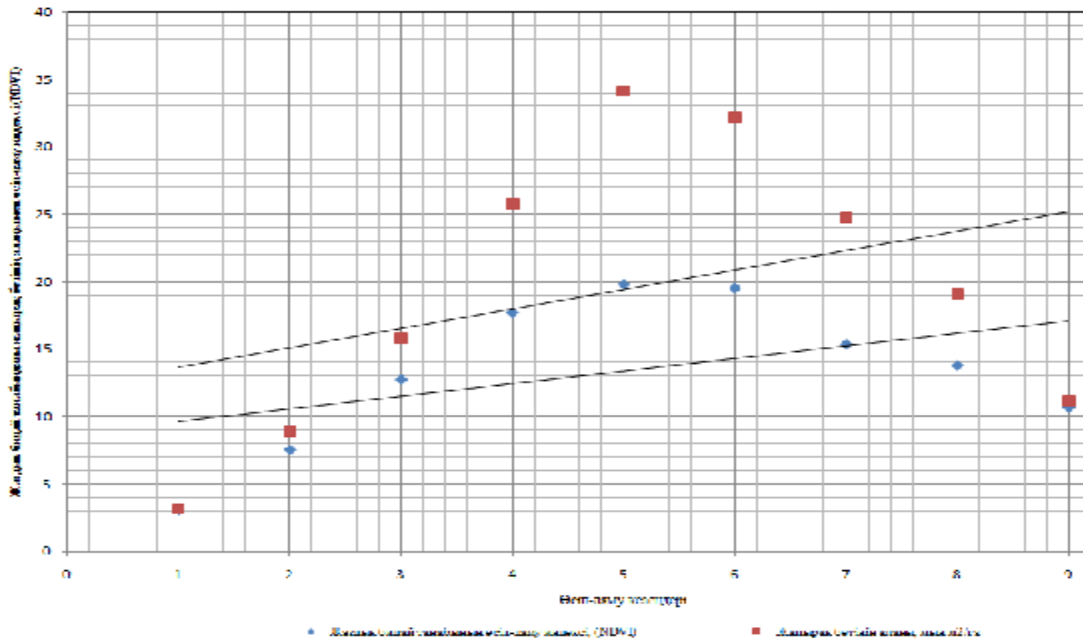
Фотосинтетикалық потенциалдың артуы жапырақ ауданының даму динамикасына сәйкес келеді, яғни жаздық бидайдың масақтану кезеңінен бастап фотосинтетикалық потенциал ең жоғарғы шегіне жетіп түтікке шығу-масақтану кезеңі аралығында 856,13 мың м²/га тәулік болды.

Аталған көрсеткіштің барлық өсіп даму кезеңдеріндегі жиынтық мәні 2112,79 мың м²/га тәулік екендігін ескерсек, онда жаздық бидай дақылының фотосинтетикалық потенциалының 3/1 бөлігінен астамы осы даму кезеңдерімен тығыз байланысты. Одан кейінгі кезеңаралықтарда фотосинтетикалық потенциал төмендеп, қамырлана -толық пісу кезеңінде 183,38 мың м²/га тәулік ғана құрады.

Кесте 2. Фазааралық кезеңдер бойынша жаздық бидайдың фотосинтетикалық әрекетінің негізгі көрсеткіштері

Фаза аралық кезеңдер	Фотосинтетикалық әрекетінің негізгі көрсеткіштері			
	Жапырақ ауданы, мың м ² /га	Фотосинтетикалық потенциал, мың м ² /га тәулік	Фотосинтездің таза өнімі, г/м ² тәулік	Құрғақ заттардың жинақталуы, г/м ²
Егін көгі-түптену	3,76	111,78	1,8	14,52
Түптену- түтікке шығу	13,21	258,72	3,3	133,6
Түтікке шығу-масақтану	29,76	856,13	8,1	276,4
Масақтану- гүлдену	35,11	321,25	7,4	478,72
Сүттену- балауыздана пісу	16,42	381,53	5,8	824,11
Қамырлана-толық пісу	12,76	183,38	4,2	928,5

2- кесте нәтижелері көрсеткендей, фотосинтетикалық потенциал көрсеткішіне тікелей тәуелді болып табылатын фотосинтездің таза өнімділігі түтікке шығу- гүлдену кезеңдері аралығында жалпы 15,5 г/м² тәулік құрады.

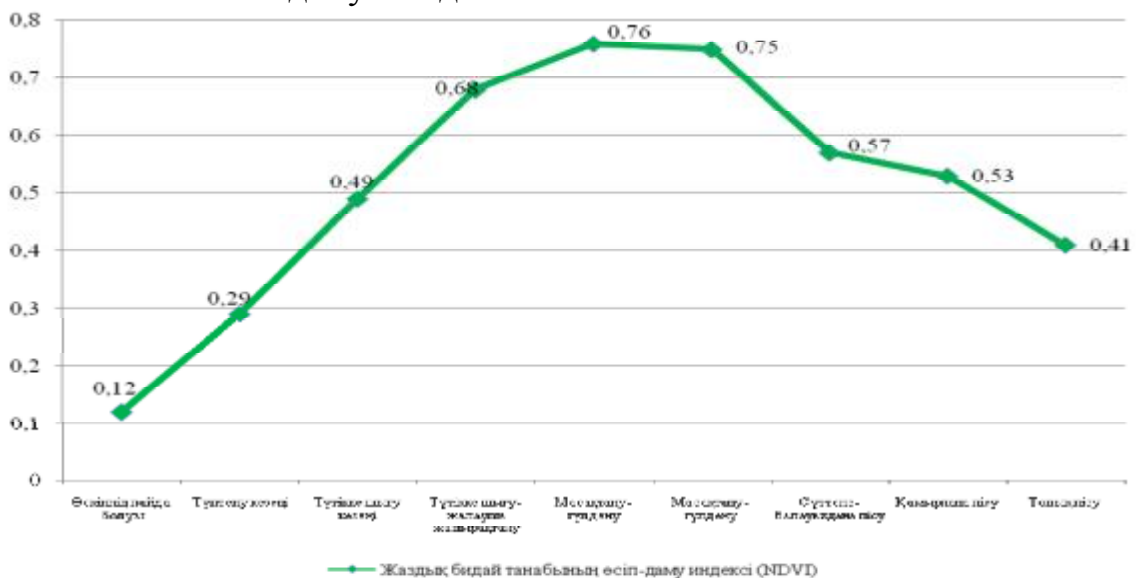


Сурет 3- Жаздық бидай танабындағы өсіп-даму индексі мен жапырақ беті алаңының байланысы

Біздің жүргізген есептеулеріміз бойынша, бидайдың өсіп-даму кезеңдеріндегі жапырақ беті алаңының қалыптасуы мен егістіктегі өсімдіктердің өсіп-даму индексі аралығында тікелей корреляциялық байланыстың бар екендігін 3-сурет нәтижелері көрсетеді. Нақты зерттеу координатындағы жаздық бидай дақылының жапырақ беті алаңының орташа көлемі өсіп-даму индексі

көрсеткіштері (NDVI) 7,5 бірліктен асқанда ғана алшақтықтай түседі.

Өскіндердің пайда болуы кезеңінде жасылдану индексінің көрсеткіші өте төмен болып, өсіп-дамудың келесі сатыларында жапырақтар санының артуы, жапырақ алаңының кеңеюі, түптену коэффициентінің ұлғаюы нәтижесінде танаптағы жасылдану индексі 0,76 бірлікке дейін артты (сурет 4).



Сурет 4- Өсіп-даму кезеңдері бойынша жаздық бидайдың орташа жасылдану индексі көрсеткіштері

Дақылдың өсіп-даму индексі картасындағы айырмашылықтар негізінен түптену кезеңінде айқын көрініс береді (5-сурет). Бұл кезеңдегі жақсы түсірілген өсіп-даму индексі картасын қолдана отырып, арамшөптермен күрес мәселесін тиімді қолдана білген жөн. Өйткені, осы кезеңдегі орташа танап бойынша көрсетілген өсіп-даму индексінен тым артық болған учаскелер, арамшөптердің қосымша беретін өсіп-даму индекстерімен бірге жалпы жасылдану индексінің көрсеткішін арттырып жібереді.

Жасылдану индексінің ең жоғары көрсеткіші масақтану-гүлдеу

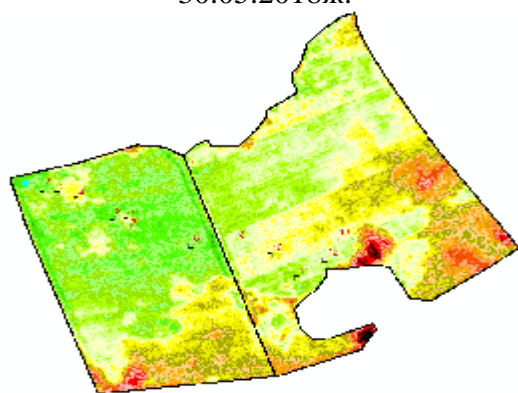
кезеңдеріне сәйкес келеді. Балауыздана пісу кезеңінің басталуымен жаздық бидайдың төменгі жапырақтарының сарғаюы, масақтардың біртіндеп сарғаюы нәтижесінде танаптың өсіп-даму индексі (NDVI) біртіндеп төмендеп, толық пісу кезеңінде 0,41 бірлікке дейін төмендеді, осы кезеңде құрғақ заттардың жинақталуы максималды шекке ($928,5\text{г/м}^2$) жетіп, танаптағы өсімдіктердің сарғаюы да бірге жүреді. Толық пісу кезеңінің түсуіне қарамастан, танаптағы өсімдіктердің біркелкі піспеуі анық аңғарылады.



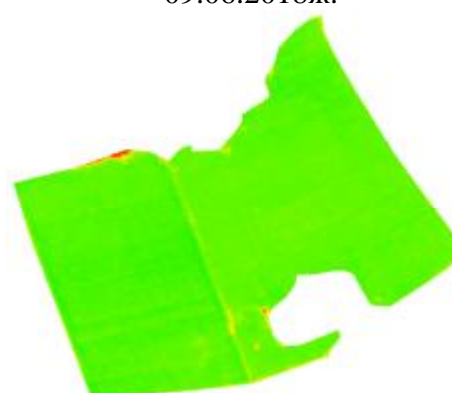
30.05.2018ж.



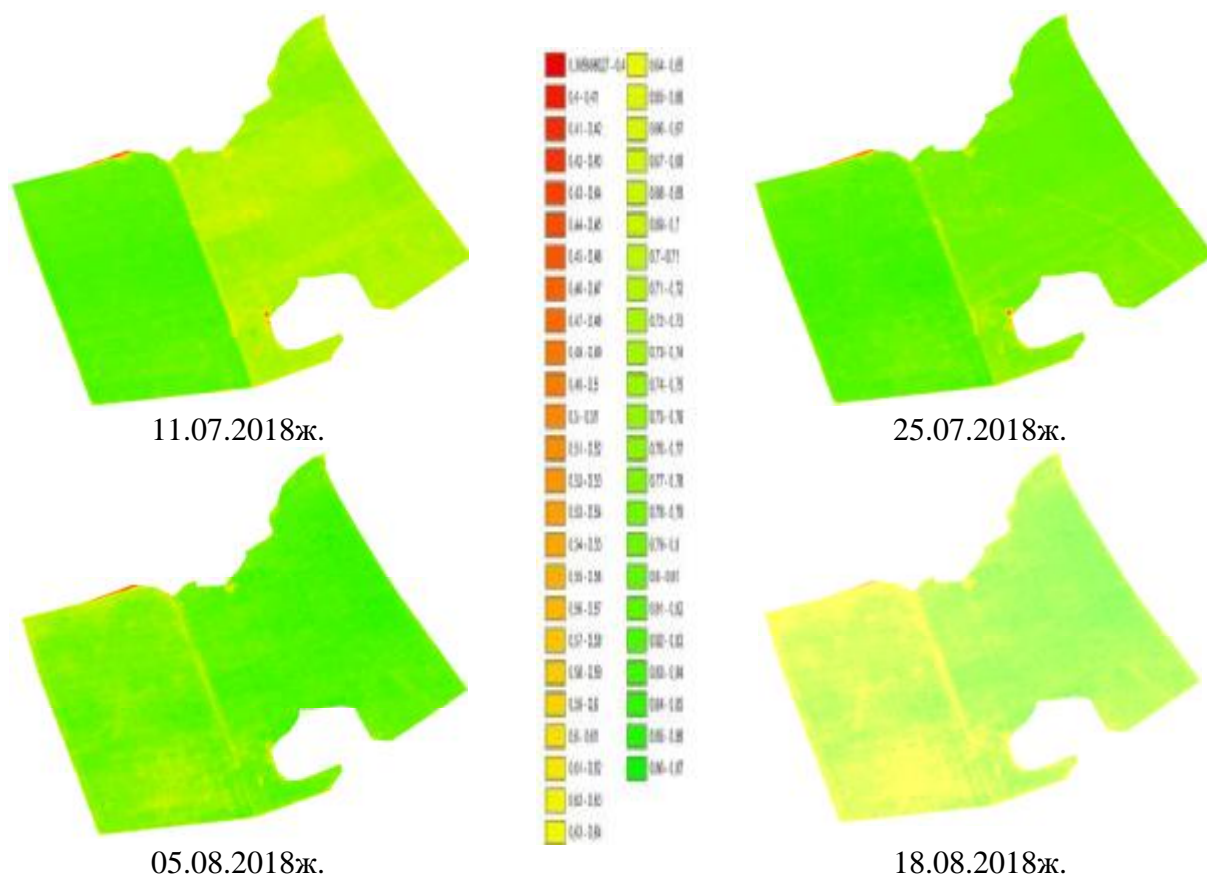
09.06.2018ж.



19.06.2018ж.



02.07.2018ж.



Сурет 5- Зерттеу күндері бойынша танаптың өсіп-даму индексінің (NDVI) картасы

Пісу кезеңінің танаптағы жаздық бидайдың өсіп-даму индексінің (NDVI) әртүрлі болуының бірден-бір себебі, екінші- үшінші реттік қосымша сабақтарының болуымен тығыз байланысты. Әсіресе, 1 м² жердегі өсімдік санының аз болған жерлерінде аталған үрдіс көп белең алған (4-кесте). Бұл жерлердегі өнімді түптену коэффициенті 1,63-1,97 бірлікке дейін жетті. Орташа

алғанда өнімді сабақтардың жалпы танаптағы саны 416-505 дана аралығын құрады.

Зерттеу жылында аймақтың ауа-райы жағдайлары жаздық бидай дақылы үшін қолайлылығына байланысты, өнімділіктің жоғары болуына әсер ете отырып, әсіресе масақ ұзындығы және масақтағы дән салмағы, сондай-ақ дән ірілігі жоғары деңгейде болды.

Кесте 3. «Шағала Агро» ЖШС жағдайындағы жаздық бидайдың биологиялық өнімділігі және әртүрлі кезеңаралықтардағы NDVI көрсеткіштері

Биологиялық өнімділік көрсеткіштері	Есептеу мөлдектері №								Орташа
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1 м ² өсімдік саны, дана	278,52	299,07	308,37	294,75	312,27	235,41	311,67	304,24	293,03
Өнімді сабақ саны, дана/м ²	454	485	433	505	496	464	497	416	468,75
Өнімді түптену коэффициенті	1,63	1,62	1,4	1,71	1,59	1,97	1,59	1,37	1,61

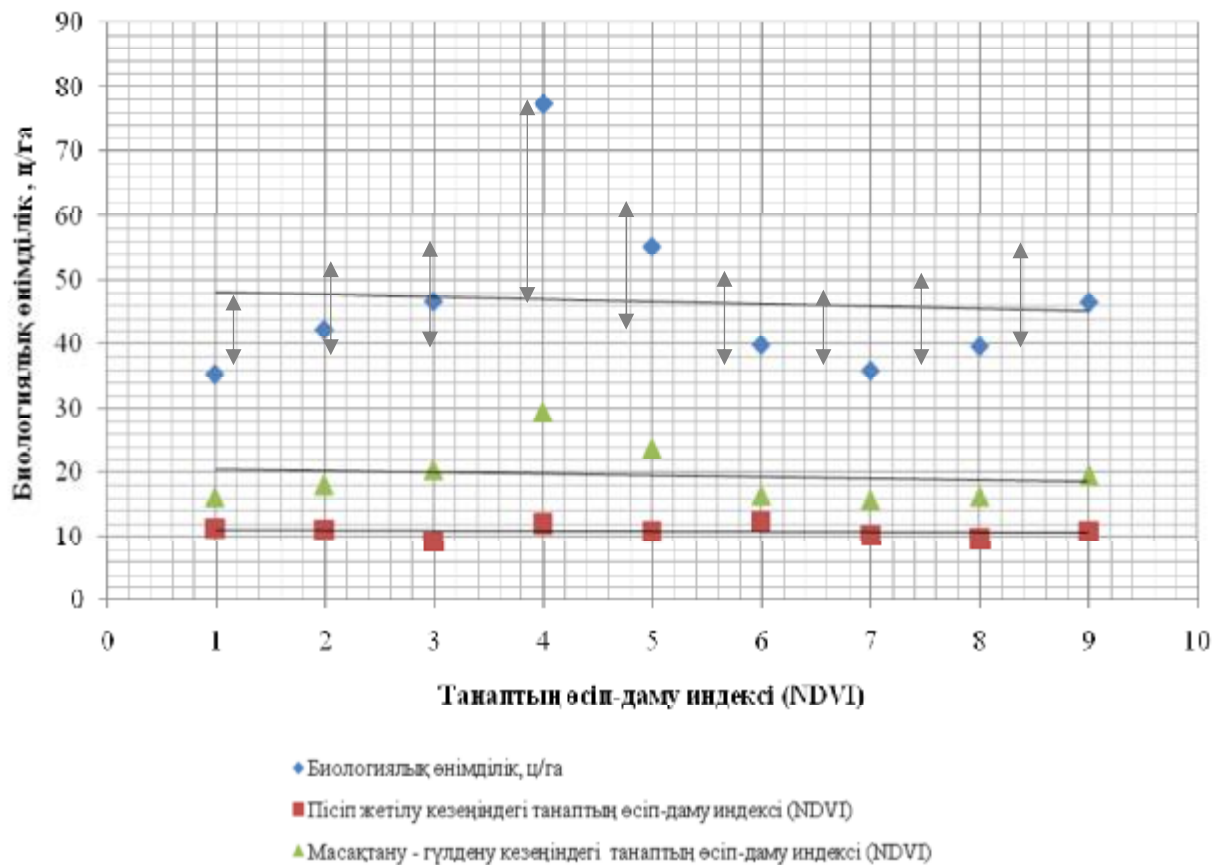
Масақ ұзындығы, см	6,38	6,44	7,36	7,08	6,76	6,92	6,5	6,52	6,74
Масақтағы масақша саны, дана	13,08	13,88	14,64	14,84	12,76	9,96	12,29	11,95	12,92
1 масақтағы дән салмағы, г	0,89	1,17	1,28	1,91	1,44	1,03	0,85	1,19	1,22
Масақтағы дән саны, дана	23,68	25,44	28,28	32,4	27,44	23,74	22,72	25,71	26,17
1000 дәннің массасы, г	37,83	46,22	45,4	58,71	52,62	43,22	37,32	46,57	45,98
Астық ылғалдылығы, %	16,04	18,82	16,64	17,46	18,11	16,72	16,42	17,5	17,21
Биологиялық өнімділік (стандартты ылғалдылық есебімен), ц/га	35,38	42,32	46,7	77,42	55,29	39,94	35,93	39,72	46,58
Танаптың өсіп-даму индексі (NDVI)	0,43	0,42	0,35	0,47	0,46	0,41	0,39	0,37	0,41
P% = 1,57; EMA ₀₅ (тәжірибе) = 2,8 ц/га									

Танаптың біртекті болмау көрінісін 1 м² өсімдік саны әртүрлі болуы, , әрбір өсімдіктің дамуы, егіннің біркелкі піспеуі, өнімнің құрылымдық элементтерінің әртүрлілігі көрсетеді, аталған мәселелер қалыптасқан өнімнің 35,38-77,42 ц/га аралығында болуына немесе 204 пайызға дейінгі айырмашылыққа алып келді. Аталған жағдайды 18.08.2018ж. түсірілген танаптың өсіп-даму индексінің (NDVI) картасы толық көрсетеді.

Бидай танабының әртүрлі координаттарындағы толық пісу кезеңіндегі өсіп-даму индексі (NDVI) шартты түрде 3 топшаға бөлуге болады, 0,35-0,39; 0,4-0,43 және 0,46-0,47. Бірінші топша бүкіл танаптың 14,12 %, 2-топша 61,24% және 3- топша 24,64 пайызын алып жатқандығын ескерсек, жаздық бидай танабындағы өсіп-даму

индексі мен өнімділік арасындағы тығыз байланыстың болуына қарамастан, орташа биологиялық өнімділік деңгейі 5,92 пайызға төмендейді. Осы уақытқа дейін барлық жүргізілетін танаптық зерттеулер үшін әдістеме болып табылатын биологиялық өнімділікті анықтау әдістемесі егістіктің біркелкілігін ескермейтіндігін оңай аңғаруға болады, нақты танаптағы өнімділік 2,75 ц/га төмен немесе танап бойынша (216 га) жиналатын жалпы өнімділік 594 ц-ге кем болады.

Жаздық бидай танабындағы өсіп-даму индексі мен өнімділік арасында тығыз байланыс болатындығын б-суреттен аңғаруға болады, өсімдіктің қалыпты өсіп-даму индексі жоғары болған сайын нақты өнімділік арта түседі.



Сурет 6- Жаздық бидай танабындағы өсіп-даму индексі мен өнімділік арасындағы байланыс

Жаздық бидай дақылының масақтану-гүлдену кезеңіндегі қалыпты өсіп-даму индекс (NDVI) көрсеткіштері пісіп жетілу кезеңінде алған нәтижелерге қарағанда биологиялық өнімділік арасындағы байланыс біршама жақын болды,

әсіресе көрсеткіштер төмен болғанда. Яғни, жаздық бидай дақылының өнімділігін алдын-ала болжауда масақтану-гүлдену кезеңіндегі қалыпты өсіп-даму индекс (NDVI) көрсеткіштері негізге алынуы тиіс.

Қорытынды

Өсімдіктердің

ассимиляциялық аппараттарының даму көрсеткіштері өнім қалыптастыру деңгейіне ықпал ете отырып, оның даму көріністерін анықтауға септігін тигізе алады. Бұл тұрғыда цифралық технологиялардың мүмкіншіліктерін пайдаланудың маңызы өте үлкен,

әсіресе танаптың біркелкі болмау жағдайында қашықтықтан мониторинг жүргізу таптырмас құрал бола алады. Сондықтан, жүргізілген зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып, келесі қорытындылар жасауға болады.

1. Жаздық жұмсақ бидайдың қалыптастырған жапырақ ауданы

артқан сайын танаптың өсіп-даму индексі (NDVI) жоғарылайды, екі көрсеткіш арасындағы корреляциялық байланыс тығыз болғанымен өсіп-даму индексі (NDVI) көрсеткіштері 0,192 бірліктен асқанда ғана алшақтай бастайды, бұл көрініс жаздық бидайдың түптену кезеңімен сәйкес келеді.

2. Қашықтықтан жүргізілген мониторинг нәтижесі көрсеткендей, өсіп-даму индексі (NDVI) көрсеткіштері дақылдың түптену кезеңінде 0,287 бірлікке дейін ауытқиды. Осы кезеңде алынған танаптың өсіп-даму индексі (NDVI) картасын пайдалана отырып, арамшөптермен күресудің тиімді жолын таңдауға мүмкіншілік береді. Яғни, өсіп-даму индексі (NDVI) көрсеткіштеріне сәйкес танаптың өңдейтін координаттарын, гербицидтерді пайдаланудың мөлшерін таңдауға болады.

3. Жаздық бидай дақылының өсіп-даму кезеңдерінде қашықтықтан жүргізілген мониторинг нәтижесі егістіктің біркелкі дамымайтындығын көрсете отырып, жүргізілетін агротехникалық шараларға түзету енгізуге мүмкіншілік жасайды. Мысалы, пісіп-жетілу кезеңіндегі өсіп-даму индексінің (NDVI) 0,12 бірлікке дейін ауытқуының болуы екі кезеңді жинау тәсілін қолдануға мәжбүр етті.

4. Зерттеу нәтижелері бойынша, танаптық зерттеулер үшін әдістеме болып табылатын биологиялық өнімділікті анықтау әдістемесі егістіктің біркелкілігін ескермейтіндігі анықталды. Жаздық жұмсақ бидай танабының өсіп-даму индексі (NDVI) картасы негізінде нақты өнімділік 2,75 ц/га немесе 5,9 пайызға төмен болды. Бұл мәселе ірі астық өндірушілер үшін өте маңызды.

Әдебиеттер тізімі

1. Симонова А. FAQ: Зачем аграриям нужны БПЛА [Электрон.ресурс]. - 2018. – URL: <https://aggeek.net/ru-blog/sputnikovyj-monitoring-v-selskom-hozyajstve> (үндеу мерзімі: 13.04.2018).
2. Monitoring Crop Phenology with MERIS Data - A Case Study of Winter Wheat in North China Plain. Meng, JH., Wu, BF., Li, QZ ., Du, X., Jia, K. PIERS 2009. Progress in Electromagnetics Research Symposium. Page: 1225-1228.
3. Lingling Liu. Real-Time Monitoring of Crop Phenology in the Midwestern United States Using VIIRS Observations / Lingling Liu, Xiaoyang Zhang, Yunyue Yu, Feng Gao, Zhengwei Yang//. Remote Sens. – 2018. Vol. 10. DOI:10.3390/rs10101540.
4. Yulong W. An Improved CASA Model for Estimating Winter Wheat Yield from Remote Sensing Images. /Yulong W., Xingang Xu, Linsheng H., Guijun Y., Lingling F., Pengfei W., Guo C//. Remote Sens. – 2019. Vol. 11. DOI:10.3390/rs11091088.
5. Huang J. Analysis of NDVI Data for Crop Identification and Yield Estimation. /Huang, J., Wang, HM., Dai, Q. Han, DW//. Ieee journal of selected

topics in applied earth observations and remote sensing. – 2008. T: 7. R: 11. Page: 4374-4384.

6. Piero T. Precision Agriculture Approach for Durum Wheat Yield Assessment Using Remote Sensing Data and Yield Mapping. /Piero T., Annamaria C., Salvatore F., Di G., Alessandro V., Domenico V., Alessandro M // . Agronomy. - 2019, 9, 437; DOI:10.3390/agronomy 9080437.

7. Amanda H. Identification of croplands of winter cereals in rio grande do sul state, Brasil, Through unsupervised of normalized difference vegetation index images. /Amanda H. Junges, Denise C. Fontana, Daniele G//. Pinto. Eng. Agríc., Jaboticabal. – 2013. Vol. 33. n.4, P.883-895.

8. Mehdi Hosseini. Synthetic aperture radar and optical satellite data for estimating the biomass of corn. /Mehdi Hosseini, Heather McNairn, Scott Mitchell, Laura Dingle Robertson, Andrew Davidson, Saeid Homayouni.//. Int J Appl Earth Obs Geoinformation. – 2019. 83. 101933.

9. Linghua Meng. Assessment of the effectiveness of spatiotemporal fusion of multi-source satellite images for cotton yield estimation. /Linghua Meng, Huanjun Liu, Xinle Zhang, Chunying, Susan Ustin, Zhengchao Qiu, Mengyuan Xu, Dong Guo//. Computers and Electronics in Agriculture. – 2019. Vol. 162. P. 44–52.

10. Homayouni S. Quad and compact multitemporal C-band PolSAR observations for crop characterization and monitoring. /S. Homayouni, H. McNairn, M. Hosseini, X. Jiao, J//. Powers. Int J Appl Earth Obs Geoinformation. – 2019. V. 74. P. 78–87.

11. Jiayi Zhang. Using a Portable Active Sensor to Monitor Growth Parameters and Predict Grain Yield of Winter Wheat. /Jiayi Zhang, Xia Liu, Yan Liang, Qiang Cao, Yongchao Tian, Yan Zhu, Weixing Cao, Xiaojun Liu//. Sensors. - 2019, 19, 1108; DOI:10.3390/s19051108.

12. Caili Guo. Predicting wheat productivity: Integrating time series of vegetation indices into crop modeling via sequential assimilation. /Caili Guo, Yining Tang, Jingshan Lu, Yan Zhu, Weixing Cao, Tao Cheng, Ling Zhang, Yongchao Tian//. Agricultural and Forest Meteorology. – 2019. P. 69-80.

13. Қазақстан Республикасында пайдалануға ұсынылған селекциялық жетістіктердің мемлекеттік тізбесіне енгізілген өсімдіктердің сорттары.[Электрон.ресурс.].URL:<https://www.goscomsort.kz/index.php/ru/izdaniya/gosudarstvennyj-reestr-seleksionnykh-dostizhenij-rekomenduemykh/95-novyj-reestr>.

14. Crippen, R. E. Calculating the Vegetation Index Faster. Remote Sensing of Environment. -1990. Vol. 34. P. 71-73.

15. Аникеев В.В., Кутузов Ф.Ф. Новый способ определения листовой поверхности у злаков / В.В. Аникеев, Ф.Ф.Кутузов // Физиология растений, 1961. - Т.8. - Вып. 3. -С. 375-378.

16. Ничипорович А.А. Физиология фотосинтеза и продуктивность растений. В кн.: Физиология фотосинтеза. М., Изд-во "Наука", 1982, с. 7-33.

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

18. Практикум по растениеводству. Можаяев Н.И., Аринов К.К., Шестакова Н.А., Исаков М.А., Астана, 2003.

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

References

1. Simonova A. FAQ: Zachem agrariam nuzhny BPLA. [Elektron. resurs]. – 2018. - URL: <https://aggeek.net/ru-blog/sputnikovyj-monitoring-v-selskom-hozyajstve> (yndey merzimi 13.04.2018).

2. Monitoring Crop Phenology with MERIS Data - A Case Study of Winter Wheat in North China Plain. Meng, JH., Wu, BF., Li, QZ ., Du, X., Jia, K. PIERS 2009. Progress in Electromagnetics Research Symposium. Page: 1225-1228.

3. Lingling Liu. Real-Time Monitoring of Crop Phenology in the Midwestern United States Using VIIRS Observations Lingling Liu, Xiaoyang Zhang, Yunyue Yu, Feng Gao, Zhengwei Yang. Remote Sens. 2018.Vol 10.DOI:10.3390/rs10101540.

4. Yulong W. An Improved CASA Model for Estimating Winter Wheat Yield from Remote Sensing Images. Yulong W., Xingang Xu, Linsheng H., Guijun Y., Lingling F., Pengfei W., Guo C. Remote Sens. 2019, 11, 1088; DOI:10.3390/rs11091088.

5. Huang J. Analysis of NDVI Data for Crop Identification and Yield Estimation. Huang J., Wang, HM., Dai, Q. Han, DW. Ieee journal of selected topics in applied earth observations and remote sensing.- 2008. T: 7. R: 11. Page: 4374-4384.

6. Piero T.Precision Agriculture Approach for Durum Wheat Yield Assessment Using Remote Sensing Data and Yield Mapping. Piero T., Annamaria C., Salvatore F., Di G., Alessandro V., Domenico V., Alessandro M. Agronomy 2019, 9, 437; DOI:10.3390 /agronomy 9080437.

7. Amanda H. Identification of croplands of winter cereals in rio grande do sul state, Brasil, Through unsupervised of normalized difference vegetation index images. Amanda H. Junges, Denise C. Fontana, Daniele G. Pinto. Eng. Agríc., Jaboticabal. - 2013.VOI.33 n.4, p.883-895.

8. Mehdi Hosseini. Synthetic aperture radar and optical satellite data for estimating the biomass of corn. /Mehdi Hosseini, Heather McNairn, Scott Mitchell, Laura Dingle Robertson, Andrew Davidson, Saeid Homayouni.//. Int J Appl Earth Obs Geoinformation. – 2019. 83. 101933.

9. Linghua Meng. Assessment of the effectiveness of spatiotemporal fusion of multi-source satellite images for cotton yield estimation. Linghua Meng, Huanjun Liu, Xinle Zhang, Chunying, Susan Ustin, Zhengchao Qiu, Mengyuan Xu, Dong Guo. Computers and Electronics in Agriculture – 2019 Vol.162 P. 44–52.

10. Homayouni S. Quad and compact multitemporal C-band PolSAR observations for crop characterization and monitoring. S. Homayouni, H. McNairn,

M. Hosseini, X. Jiao, J. Powers. Int J Appl Earth Obs Geoinformation – 2019.V.74.P. 78–87.

11. Jiayi Zhang, Using a Portable Active Sensor to Monitor Growth Parameters and Predict Grain Yield of Winter Wheat. Jiayi Zhang, Xia Liu, Yan Liang, Qiang Cao, Yongchao Tian, Yan Zhu, Weixing Cao, Xiaojun Liu. Sensors 2019, 19, 1108; DOI:10.3390/s19051108

12. Caili Guo. Predicting wheat productivity: Integrating time series of vegetation indices into crop modeling via sequential assimilation. Caili Guo, Yining Tang, Jingshan Lu, Yan Zhu, Weixing Cao, Tao Cheng, Ling Zhang, Yongchao Tian. Agricultural and Forest Meteorology. - 2019. P. 69-80.

13. Kazakhstan Respublikasinda paidalanuga usnylган seleksialyk zhetistikterdin memlekettik tizbesine engizilgen osimdikterdin sorttary. [Elektron.resurs].URL:<http://www.goscomsort.kz/index.php/ru/izdaniya/gosudarstvennyj-reestr-seleksionnykh-dostizhenij-rekomenduemykh/95-novyj-reestr>.

14. Crippen, R. E. Calculating the Vegetation Index Faster. Remote Sensing of Environment. 1990. vol 34., pp. 71-73.

15. Anikeev V.V., Kutuzov F.F. Novyi sposob opredelenia listovoi poverhnosti u zlakov / V.V. Anikeev, F.F.Kutuzov // Fiziologia rastenii, 1961. - T.8. - Vyp. 3. -S. 375-378.

16. Nichiporovich A.A. Fiziologia fotosinteza i produktivnost rasteni. V kn.: Fiziologia fotosinteza. M., Izd-vo "Nauka", 1982, s. 7-33.

17. Metodika provedenia sortoispytania selskohoziastvennih rasteni. Utverjdena prikazom Ministra selskogo hoziastva Respubliki Kazakhstan ot «13» maia 2011 goda No 06-2/254.-81 c.

18. Praktikum po rastenievodstvu. Mojaev N.I., Arinov K.K., Shestakova N.A., Iskakov M.A., Astana, 2003.

19. Dosepov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezultatov issledovani). - 5-e izd., dop. i pererab.-M.: Agropromizdat, 1985. - 351 s, il. -(Uchebniki i ucheb. posobia dlia vyssh. ucheb. zavedeni).

ДИСТАНЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКЦИИ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

***Б.О. Амантаев, К.К. Айтуганов,
Г.Ж. Стыбаев, Е.М. Кульжабаев***

Казахский агротехнический университет имени С.Сейфуллина

Резюме

Результаты фенологических наблюдений показали, что развитие яровой пшеницы по Задоксу варьирует от 3 до 7 единиц в зависимости от фазы наступления, что подтверждается по снимкам ДДЗ.

Интенсивное развитие ассимиляционного аппарата яровой пшеницы в фазе кущения обеспечило накопление биомассы растений - до 19,6 тыс. м²/га. В этот период развития пшеницы, вегетационный индекс находился в среднем 0,184-0,471 единиц. Большое отклонение значений индекса NDVI в этот период, показывает необходимость обращения внимания на принятие оптимального решения по борьбе с сорной растительностью.

Интенсивное развитие листовой поверхности пшеницы к фазе колошение-цветение обеспечило формирование листовой поверхности растений - до 35,11 тыс.м²/га и чистая продуктивность фотосинтеза достигла до 8,1 г/м² сутки, соответственно показатель вегетационного индекса повысился до 0,74 единиц, покрытие зеленой массой пшеницы составило более 86,4%.

Оптимальные почвенно-климатические условия в период проведения исследований обеспечило от 35,38 до 77,42 ц/га урожая зерна яровой мягкой пшеницы, разница урожая между учетными делянками составила до 204%. Неравномерное созревание полей (отклонение вегетационного индекса (NDVI) -0,12) и количество полученного урожая до 2,75 ц/га показывают снимки, полученные из ДДЗ и вегетационный индекс (NDVI) наземных наблюдений.

Ключевые слова: Яровая мягкая пшеница, дистанционный мониторинг, зондирование, вегетационный индекс, этапы развития и роста, фотосинтетическая деятельность, урожайность.

REMOTE MONITORING OF THE FORMATION OF SPRING SOFT WHEAT PRODUCTION

*B.O. Amantaev, K.K. Aituganov,
G.Z. Stybaev, E.M. Kulzhabaev
S.Seifullin Kazakh agrotechnical university*

Resume

The intensive development of the assimilation apparatus of spring wheat in the tillering phase ensured the accumulation of the amount of plant biomass - up to 19.6 thousand m²/ha. During this period, the development of wheat vegetation index was an average of 0.184-0.471 units. The large deviation of the NDVI index during this period shows the need to pay attention to the adoption of an optimal decision to combat weed vegetation.

The intensive development of the leaf surface of wheat to the heading-flowering phase ensured a large accumulation of the leaf surface of plants - up to 35.11 thousand m²/ha and the net productivity of photosynthesis reached 8.1 g/m² per

day, accordingly, the vegetation index increased to 0.74 units, coverage of green mass of wheat amounted to more than 86.4%.

The optimal soil and climatic conditions during the study period provided from 35.38 to 77.42 kg/ha of spring soft wheat grain yield, the deviation of the yield between experimental plots was up to 204%. Uneven field ripening (deviation of the vegetation index (NDVI) - 0.12) and the number of harvests up to - 2.75 c/ha show the images obtained from the remote sensing data (RSD) and the vegetation index (NDVI) of ground-based observations.

Key words: Spring soft wheat, remote monitoring, sensing, vegetation index, stages of growth and development, photosynthetic activity, yield.