








М.С. Курманбаева¹ , Ә.Б. Құсманғазин^{1*} , Т.Қ. Қайырбеков² ,
А.К. Саркытбаева¹ , Қ.Д. Төленова¹ , Б.А. Мурзабаев³ ,
Б.Н. Сәрсенбек¹ 

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

²Ондокуз Майс Университеті, Түркия, Самсун қ.

³Мұхтар Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Қазақстан, Шымкент қ.

*e-mail: adil_06.1996@mail.ru

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІГІ МЕН ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫС АЙМАҚТАРЫНЫҢ БИОАЛУАНТҮРЛІЛІГІ ЖӘНЕ ТОПЫРАҚ ҚҰНАРЛЫЛЫҒЫН САҚТАУ МАҚСАТЫНДА КӨПЖЫЛДЫҚ БИДАЙДЫ ЖЕРСІНДІРУ

Қазіргі таңда ауыл шаруашылығына арналған егістік алқаптарының ұлғаюына байланысты, қоршаған ортаның ең негізгі көрсеткіші топырақ құнарлылығының нашарлауы байқалуда. Қазақстанда егіншілік аумақтың 1/3 бөлігі деградацияға ұшыраған немесе толықтай қауіп-қатерде, 10 миллион гектардан аса егістік жерлер көптеген жылдар бойы игерілмеуде. Сондықтан, табиғи ресурстарды тиімді пайдалану мақсатында жүргізілген осы жұмыста Қазақстанның егіншілік аумағын жақсарту және сақтап қалуды негізге алып, көпжылдық бидайды Қазақстанның оңтүстік және оңтүстік-шығысына енгізу қарастырылған. Көпжылдық бидай өсімдігі Қазақстан аумағында алғаш рет 2020 жылдан бастап ҚазҰУ жылыжайында және Алматы облысында өсіріліп, бейімделуі зерттелуде. Зерттеу нәтижесінде біржылдық бидай масағының ұзындығы орташа есеппен 12-12.5 см құраса, көпжылдық бидай сортының масағы 15-16 см құрады. Ең ұзын масақ ұзындығы 17 см-ге дейін жетті. Жылыжай жағдайында көпжылдық бидайдың өсуі мен дамуына күкірт қосылған жаңа тыңайтқыш түрлері қолданылды. Қорытындылай келгенде, жылыжай жағдайында, бақылау нұсқасымен салыстырғанда күкірт қосылған тыңайтқыш қолданылған жағдайда көпжылдық бидайдың өсуі мен дамуы жоғары көрсеткішке ие болды. Көпжылдық бидай өсімдігінің өнгіштігі бақылау нұсқасында – 76,6%, күкірт, диатомит және тиовит қосылған жағдайда жоғары 81.7%-ды көрсетті. Егістік жағдайында топырақтың құрамы айқындалып, өсуі мен дамуына агробиологиялық тәжірибе жүргізілді. Соңғы уақытта көпжылдық дақылдарды пайдаланудың экологиялық және экономикалық жағынан тиімділігі айқындалуда. Біріншіден, жыл сайын егу науқанына шығын үнемделеді, екіншіден, топырақ эрозиясын болдырмайды, сонымен қатар, пайдаланылатын су мөлшерін азайтуда маңызды.

Түйін сөздер: Poaceae, *Thinopyrum intermedium*, морфология, өнгіштік, жылыжай, топырақ құнарлығы.

M.S. Kurmanbayeva¹, A.B. Kusmangazinov^{1*}, T.K. Kaiyrbekov²,
A.K. Sarkytbayeva¹, B.A. Murzabayev³, B.N. Sarsenbek¹

¹Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

²Ondokuz Mayis University, Turkey, Samsun

³Mukhtar Auezov South Kazakhstan University, Kazakhstan, Shymkent

*e-mail: adil_06.1996@mail.ru

Introduction of perennial wheat to conserve the biodiversity and soil fertility of the southern and southeastern regions of Kazakhstan

Currently, due to the increase in acreage for agriculture, the most important indicator of the environment is the deterioration of soil fertility. Agriculture in Kazakhstan 1/3 of the territory is subject to degradation or is under complete threat, more than 10 million hectares of arable land have not been developed for many years. In order to effectively use natural resources, the work provides for the introduction of perennial wheat in the south and south-east of Kazakhstan, based on the preservation and improvement of the agricultural territory of Kazakhstan. A perennial wheat plant is being grown and adapted in the greenhouses of kaznu and Almaty region for the first time in Kazakhstan since 2020. As a result of the research, the length of the ears of annual wheat averaged 12-12.5 cm, the ears of the variety

of perennial wheat-15-16 cm. The longest Ear reached 17 cm in length. In greenhouse conditions, new types of fertilizers with the addition of sulfur were used for the growth and development of perennial wheat. In conclusion, it should be noted that in greenhouse conditions, under the condition of applying fertilizers with the addition of sulfur, compared with the control variant, the growth and development of perennial wheat had higher indicators. The germination of a perennial wheat plant showed a high level of 76.6% in the control variant, with the addition of sulfur, diatomite and thiovite-81.7%. In the conditions of arable land, the composition of soils was determined, an agrobiological experience of growth and development was carried out. Recently, the ecological and economic efficiency of the use of perennial crops has been determined. Firstly, the costs of the sowing campaign are saved annually, secondly, soil erosion is prevented, and it is also important to reduce the amount of water used.

Key words: Poaceae, *Thinopyrum intermedium*, morphology, germination, greenhouse, soil fertility.

М.С. Курманбаева¹, А.Б. Кусмангазинов¹, Т.К. Кайырбеков²,
А.К. Саркытбаева¹, Б.А. Мурзабаев³, Б.Н. Сарсенбек¹

¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

²Университет Ондокуз Майс, Турция, г. Самсун

³Южно-Казахстанский университет имени Мухтара Ауэзова, Казахстан, г. Шымкент

*e-mail: adil_06.1996@mail.ru

Введение многолетней пшеницы в целях сохранения биоразнообразия и плодородия почв юга и юго-востока Казахстана

В настоящее время в связи с увеличением площади пашни для сельского хозяйства основным показателем состояния окружающей среды является ухудшение плодородия почв. В Казахстане 1/3 пахотных земель деградирована или находится под угрозой, а более 10 миллионов гектаров пахотных земель не были освоены в течение многих лет. В целях обеспечения эффективного использования природных ресурсов необходимо предусмотреть внедрение многолетней пшеницы на юге и юго-востоке Казахстана, исходя из сохранения и улучшения пахотных земель Казахстана. Многолетнее растение пшеницы впервые изучается на территории Казахстана с 2020 года в теплицах КазНУ и Алматинской области. В результате исследований длина колосьев однолетней пшеницы составила в среднем 12-12,5 см, колосьев сорта многолетней пшеницы – 15-16 см. Самый длинный колос достиг до 17 см в длину. В тепличных условиях для роста и развития многолетней пшеницы применяли новые виды удобрений с добавлением серы. В заключение следует отметить, что в тепличных условиях, при условии внесения удобрений с добавлением серы по сравнению с контрольным вариантом, рост и развитие многолетней пшеницы имели более высокие показатели. Всхожесть многолетнего растения пшеницы показала 76,6% в контрольном варианте, высокий уровень при добавлении серы, диатомита и тиовита – 81,7%. В полевых условиях был определен состав почвы, проведен агробиологический опыт роста и развития. В последнее время определяется экологическая и экономическая эффективность использования многолетних культур. Во-первых, ежегодно экономятся затраты на посевные работы, во-вторых, предотвращает эрозию почвы и имеет важное значение для эффективного использования воды.

Ключевые слова: Poaceae, *Thinopyrum intermedium*, морфология, всхожесть, теплица, плодородие почвы.

Кіріспе

Қазіргі уақытта Қазақстанда климаттың жылынуына байланысты және астық өндірісінің энергия сыйымдылығының артуына орай маңызды экологиялық көрсеткіштер бойынша табиғи ресурстар мен қоршаған ортаның жайкүйінің проблемасы туындауда. Елімізде егіншілік алқабында бидай дақылы пайдаланылым масштабына сәйкес көш бастап тұр. Бидай әлем бойынша тағам өнімдері сұранысының 70% алады. Соңғы уақытта, ауыл шаруашылығы дақылдарына балама ретінде-көпжылдық дақылдарды кеңінен қолдану қолға алынуда, біржылдық дақылдарды көпжылдық дақылмен

алмастыру жұмыстары қарқынды жүргізіле бастады, себебі, біржылдық өнім өндірісінің табиғатқа әкелер залалы да жоқ емес. Қазіргі таңда қоршаған ортаны қорғау мақсатында егістікте көпжылдық дақыл өсірудің табиғатқа тиімділігі ескеріліп, біржылдық дақылдарды көпжылдық дақылдармен алмастыруды жандандыру жұмыстары жүргізілуде.

Осыған орай, көпжылдық бидай сорттары селекциялық жолдармен жасалуда, көпжылдық бидай алу үшін бидай өсімдігі – мәдени біржылдық *Triticum aestivum* мен жабайы бидайықтан *Thinopyrum intermedium* көпжылдық бидайы алынды, мәдени көпжылдық бидай АҚШ зерттеушілерінің селекциялық жетіктіктері.

Орташа есеппен 5-6 жыл өсетін көпжылдық бидай өсімдігі қоршаған ортаның экологиялық ахуалына оң әсерін тигізетіндігі анықталуда.

Кернза Солтүстік Америкада көптеген экологиялық және экономикалық артықшылықтарға ие алғашқы коммерциялық өсірілген астық дақылы. Осы қосарлы мақсаттағы астық және жемшөп дақылдарын енгізу кезіндегі негізгі проблемалардың бірі егін жинаудың кейінгі жылдарында астық шығымдылығының төмендеуі болып табылады. Сондықтан егінді жинап алғаннан соң өңдеу әдістерін қолданып, сорттардың ішкі бәсекелестігін азайтып, уақыт өте келе Кернза дәнінің өнімділігін сақтауға болады. Басқару әдістерін оңтайландыру арқылы Кернза астық өнімділігін сақтау үшін қосымша зерттеулер қажет [1].

Көпжылдық дақылдар көптеген жылдар бойы жер жамылғысын сақтап, ылғал мен қоректік заттарды азайтуға қабілетті көптеген теріс биотикалық және абиотикалық экологиялық факторларға төзімді. Көпжылдық дақылдар қазіргі уақытта әлемдік азық-түлік жүйесінде үстемдік ететін жылдық дақылдарға анағұрлым тұрақты балама болып табылады. Жыл сайынғы дәнді дақылдар жаһандық азық-түлік жүйесінің маңызды бөлігі болғанымен, олардың бірқатар кемшіліктері бар. Мысалы, біржылдық дақылдарды жыл сайын отырғызу керек, сондықтан күнделікті далалық операцияларды және дәл есептелген шығындар мен басқаруды қажет етеді [2]. Көпжылдық бидайдың *Thinopyrum intermedium* биіктігіне байланысты астық өнімділігі төмендеуі мүмкін. Өсімдіктерге өсу реттегішін енгізу нормасының, жем шөп жинау мерзімінің және азот нормасының, жер үсті бөлігінің биомассасына, астық шығымдылығы мен өнім индексіне әсерін анықтау барысында, өсімдіктің биіктігі 6%-ға төмендеген, астық өнімділігі 26%-ға жоғары, ал басқа факторлар бойынша орташа деңгейге қарағанда төмен, егін индексі 48%-ға жоғарылаған. Өсімдіктердің биіктігін төмендету астық және жемшөп өндіріс жүйелерінде астық өнімділігін арттырудың алғы стратегиясы болуы мүмкін [3].

Егістен кейін екі немесе одан да көп жыл ішінде өнімді болатын көпжылдық дақылдар жыл сайынғы дәнді дақылдарды өндірумен байланысты кейбір экологиялық мәселелердің ықтимал шешімі болып табылады [4, 5]. Көпжылдық дақылдармен қамтамасыз етілген тұрақты топырақ жамылғысы топырақэрозиясын азайтып, жабайы жануарлардың тіршілік ету ортасын қамтамасыз етеді. Көпжылдық дақыл-

дар сонымен қатар қоректік заттардың жоғалуын және судың ластануын азайта алады және топырақтың шамадан тыс өңделуімен тозған топырақты қалпына келтіруге көмектеседі [6]. Егіншілікте біржылдық дақылдарды егу барысында жыл сайын ауыр техниканы қолдану салдарынан жердегі қозғалыстан туындаған топырақтың тығыздалуы соңғы кездері топырақтың негізгі функцияларына қатысты үлкен проблема туғызуда. Көпжылдық дақылдар топырақтың тығыздалуынан кейін табиғи қалпына келтіру жұмысын жақсартып алады, себебі көпжылдық дақылдар егілген соң 5 жылға дейін топырақ тығыздалуын азайтуға ықпалын тигізеді. Осыған орай, қалпына келтірудің ынталандыру шаралары қажет, көп жылдық дақылдар топырақтың тығыздалуын төмендетудің ең үлкен әлеуетіне ие болды [7].

Алайда, көпжылдық дәнді дақылдардың кейбір ықтимал кемшіліктеріне жылдық дақылдармен салыстырғанда төмен астық дақылдары жатады, дақылдардың ауыспалы егісі арқылы зиянкестермен күресудің мүмкін еместігі [8], сонымен қатар жауын-шашынның аймақтық заңдылықтарына байланысты суды кеңінен пайдалану [9], бұл дақылдардың тұрақтылығын және құрғақ жерлердегі болашақ дақылдарды шектей алады. Кернза көпжылдық бидай (*Thinopyrum intermedium*) – АҚШ фермерлері үшін коммерциялық қол жетімді болатын көптеген экожүйелік қызметтерді ұсыну мүмкіндігі бар жаңа көпжылдық астық және жемшөп дақылдары. Бұл перспективалы мәдениеттің өміршеңдігі және одан әрі кеңеюі фермерлердің өмір сүру қажеттіліктері мен олардың ауылшаруашылық жүйелерінің құрылымына қалай сәйкес келетінін түсінуді қажет етеді. Барлық фермерлер эксперименттер мен жаңа әдістерді қолдануға оң көзқараста және олар бір мезгілде экологиялық және экономикалық артықшылықтарына байланысты Кернзаға қызығушылық танытты. Фермерлер өсірудің оңтайлы әдістері, жемшөптің тағамдық құндылығын бағалау, көптеген жылдар бойы астық өнімділігін қалай сақтау, арамшөптермен күресу, нарықтар және Кернза жүйелерін экономикалық бағалау туралы ақпаратқа қызығушылық танытуда [10].

Көпжылдық дақылдар жабайы өсімдіктерді өсіру арқылы [11] және жабайы туыстарымен бір жылдық дақылдарды будандастыру арқылы жасалды [12, 13]. Мысалы, көпжылдық дәнді қара бидай (*Secale cereale* L.) көпжылдық жабайы қара бидаймен (*Secale montanum* Guss) будандастырылды. Астықтың төмен шығым-

дылығына қарамастан, көпжылдық бидай (*Thiroporum intermedium*) коммерциялық өнімдерде қолданылатын алғашқы көпжылдық астық дақылдары болып табылады және жақында өсірілген дақылдың жетілдірілген сұрып “Кернза” ретінде сатылады [14].

Көпжылдық бидайдан алынған дән, әдетте, бір жылдық бидайға қарағанда ақуыз мөлшері жағынан жоғары [15, 16]. Бидайдың әртүрлі көпжылдық сорттарындағы ақуыз концентрациясы тексеру ретінде пайдаланылатын қатты қызыл бидай үшін 12%-бен салыстырғанда 18%-дан 25%-ға дейін өзгертіні анықталды [17]. Көпжылдық бидайдың ерекше дәмдік профилі нан немесе сыра жасауда қызығушылық тудырады [18]. Жергілікті немесе экологиялық таза өнімдерді сатып алатын тұтынушылар үшін көпжылдық астық пайдалы [19].

Көпжылдық бидай дәндері Америка Құрама Штаттарында “Кернза” ретінде сатылатын көпжылдық жемшөп. Оның кең тамыр жүйесі топырақ эрозиясын, судың ластануын және көміртегі шығарындыларын азайтуға көмектеседі. Азот тыңайтқыштарын қолдану және жемшөп жинау қарқындылығы жер астындағы биомасса мен құрылымдық емес көмірсулардың концентрациясына әсер етуі мүмкін, бұл кейінгі жылдары өсуге әсер етеді. Кернза қос мақсатты жүйесінде жемшөп және астық ретінде, сондай-ақ, жинау барысында жер үсті және жер асты бидай шөптерінің аралық өнімділігіне зиян тигізбейтіндігін көрсетеді [20].

Функционалды әр түрлі көпжылдық дақылдармен өзара әрекеттесу өсімдіктерді қорғаудың бірқатар артықшылықтарын қамтамасыз ете алады және дәстүрлі ауылшаруашылығына тұрақты балама ретінде бөлінеді [21, 22]. Дақылдарды будандастыруды мәдени өсімдіктердің ресурстарын барынша пайдалану және арамшөптердің жарыққа, қоректік заттарға және суға қол жеткізуіне жол бермеу үшін пайдалануға болады [23].

Жыл бойы өсімдік жамылғысы топырақтың физикалық және химиялық қасиеттерін жақсартумен қатар, топырақтағы органикалық заттардың көбеюімен бірге топырақ пен суды қорғайды. Көпжылдық дақылдар жүйелеріндегі топырақтар, әдетте, судың инфильтрациясы мен сақталуының жоғарылауына ие, бұл топырақтың ағуы мен эрозиясын азайтады [24, 25]. Агроэкожүйелердегі көпжылдық дақылдардың интеграциясы су бетін шөгінділерден, агрохимиялық және қоректік ортадан қорғайды. Кішкентай тамыр жүйесі мен беткі қабаты шектеулі болғандықтан, отырғыздан кейін

топырақты біраз уақытқа осал қалдыратын жабық дақылдармен салыстырғанда, бір рет тамырланған көпжылдық дәндер нитраттардың сілтіленуін және жыл бойына қоректік заттардың тасымалдануын төмендетуі мүмкін [26]. Көпжылдық бидайда нитраттардың жалпы сілтіленуі бір жылдық бидаймен салыстырғанда 98%-ға төмендегені байқалды, екі өсімдік те бір гектарға 90 кг азотпен байытылған [27].

Көпжылдық дақылдардың вегетативті биомассасын жинау олардың кірістілігін арттырады және жылдық дәнді дақылдармен салыстырғанда төмен дәнді дақылдардың орнын толтыруға көмектеседі [28, 29]. Көпжылдық дәнді дақылдардың бірқатарын көпжылдық бидай және көпжылдық қара бидай сияқты қос мақсатта дәнді дақылдар мен жемшөп дақылдары ретінде пайдалануға болады [30]. Жемшөп пен өсімдік қалдықтарын жинауға балама ретінде маусымның басында вегетативті өсуде сабақтың ұзаруына және дәннің дамуына дейін, сондай-ақ астық жиналғаннан кейін кеш вегетативті өсу үшін үй жануарларын жайып жіберуге болады. Егістік тәжірибелер көпжылдық бидай будандары мен астық өнімділігінің аздап төмендеуі ерте дефолиацияға, яғни қолайсыз экологиялық факторлардың әсерінен өсімдіктерден түсетін жапырақтардың құбылысына төтеп бере алатындығын көрсетеді [31].

Зерттеу егістіктің өнімділігін арттыру, парниктік газдар шығарындыларының деңгейін төмендету, топырақтың құнарлылығын сақтау және қоршаған ортаны қорғау мақсатында Қазақстанның оңтүстік және оңтүстік-шығысындағы егіншілік мәдениетіне көпжылдық бидай өсімдіктерінің ерекшеліктерін анықтауға бағытталған.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеуге алынған көпжылдық бидай объектісі 2018 жылы The Land Institute ғалымдарының селекционерлері арқылы алынған. Көпжылдық бидай (1-сурет) бір жылдық бидай мен көпжылдық бидайықтың ерекшеліктерін қамтиды. Өсімдік жылы климатты талап етеді, сол себепті Қазақстанның оңтүстігі және оңтүстік-шығысы ауыл шаруашылығына енгізу қарастырылды. Қазақстанда бұрын соңды егілмегендіктен бейімдеушілігі туралы ақпараттар жоқ. Көпжылдық бидай алғаш Алматы облысында 2020 жылдан бастап 3 қайталаумен зерттеуге алынып отыр. Жабайы көпжылдық түрі Орта Азия және Ресей жерлерінде жергілікті болып саналады және бір жылдық бидай да Қазақстанда жыл сайын егіледі.



1-сурет – Жылыжай (А) және егістік (В) жағдайда өсірілген көпжылдық бидай

Зерттеу барысында Қазақстанда алғаш рет енгізіліп отырғандықтан өсімдіктің морфологиялық ерекшеліктері қарастырылды [33] және әр түрлі жағдайларда бақылауға алынды [34]. Көпжылдық бидай дәндері жылыжай жағдайында және егістік жағдайында өсіріліп зерттелді. Жылыжай жағдайында 4 нұсқа бойынша қарастырылса, егістік жағдайында жалпылай қабылданған агрономиялық әдіс арқылы егілді [35]. Көпжылдық бидай дәндерін себу және тамшылатып суғару жүйесімен іске асырылды. Көпжылдық бидай бейімдеушілігін бақылау мақсатта 3 реттік қайталанымды тәжірибе қойылды, яғни өсу қатарлардың ара қашықтығы 15 см, 30 см, 45 см болды, ал екі дән ара қашықтығы да 5 см және 10 см сақтай отырып егілді. Өсімдік бой көтергенінде 1 м² аумақта олардың өнгіштігі есептелінді (1-кесте). Аумақта 2021 жылы ауа температурасына сәйкес ерте көктемде, яғни наурыз және сәуір айларында көпжылдық бидай өсірілді.

Сонымен қатар, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің Смарт жылыжайында да көпжылдық бидай қарастырылды. Смарт жылыжай соңғы үлгідегі заманауи құралдармен жабдықталып басқарылады, топырақ ылғалдылығы сенсоры, температура және ауа алғал-

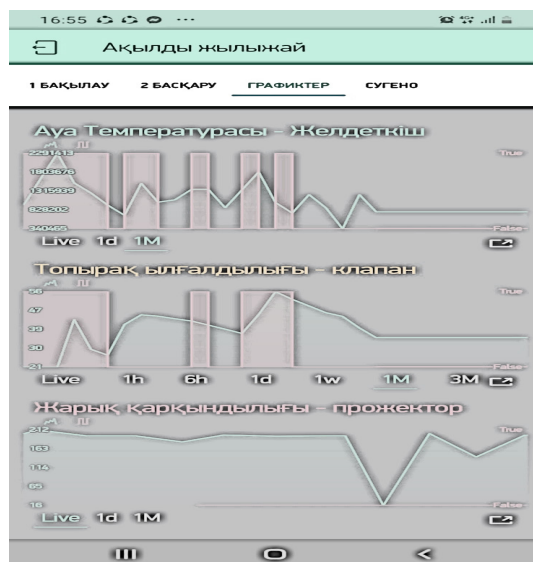
дылығын көрсететін DHT11 құрылғылары жылыжайдағы абиотикалық факторларды ұялы телефонға жеткізіп отырады (2-сурет). Көпжылдық бидай өсімдігіне бақылау және эксперимент топтарына бөлініп зертеу жүргізілді. Бақылау нұсқасында өсімдік сумен ғана өсірілсе, зерттеу тобындағы өсімдіктер коммерциялық және Отандық тыңайтқыштармен өсірілді. Коммерциялық тыңайтқышқа ресейлік Тиовит Джет қолданылды. Отандық тыңайтқыш ретінде Батыс Қазақстанның мұнай қалдықтарынан өндіріліп отырған, күкіртті «нано-күкірт» және 50% диатомит-күкіртті қосылыстар алынды.

Биологиялық ерекшеліктерінен морфологиялық белгілері қарастырылды [36]. Тұқымның өнгіштігі, морфологиялық ерекшеліктері бойынша өсімдіктің биіктігі, тұқым өнгіштігі, масағының ұзындығы, жапырағының ұзындығы мен ені, түп саны есепке алынды [37].

Тәжірибе егістік топырағының 1 метрлік қабаттағы ылғалдылығы анықталды [38]. Ылғалдылығын анықтау үшін тәжірибе аймағының 12 бөлігінен үлгі алынды. Топырақ сынамаларын тұрақты салмаққа дейін кептіріп, термостаттық-салмақтық әдіспен анықталды. Топырақ сынамаларын іріктеу әрбір 10 см сайын қабаттар бойынша 1 метр тереңдікке дейін жүргізілді (3-сурет).

1-кесте – Жиналған материал жайлы ақпарат

Түр атауы	Координаттар [°]		Т.д.б. (м)	Аймақ	Жергілікті жердің атауы
	Ендік	Бойлық			
<i>Thinopyrum intermedium</i>	43°11'17.5"N	76°42'13.1"E	857	Алматы облысы	Қарасай ауданы



2-сурет – Смарт жылыжай мобильдік бағдарламаға келіп түскен ауа температурасы, топырақ ылғалдылығы, жарық қарқындылығы көрсеткіштері



3-сурет – Топырақ үлгілерін алу

Зерттеу нәтижелері және оны талдау

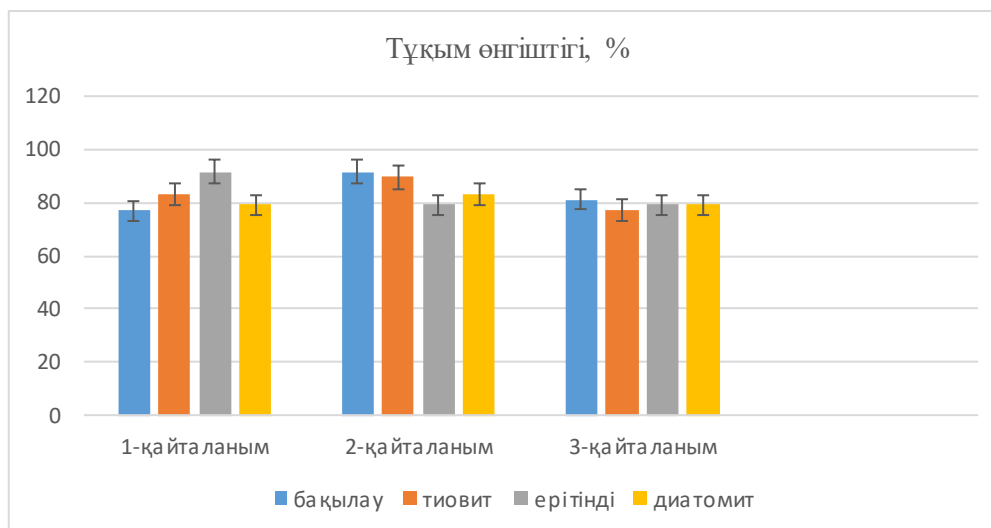
Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ жылыжай тәжірибесінің зерттеу нәтижелері

Жылыжай жағдайындағы вегетациялық кезеңді зерттеу нәтижесінде көпжылдық бидай тұ-

қымдарының өнгіштігі зерттеу жылдары бойынша өзгерді, тұқым өнуінің жоғары пайызы 99,4%, 2020 жылдың 29 қыркүйегінде отырғызылған тұқымдар. 2021 жылғы 9 наурызда көпжылдық бидай тұқымын өсіру кезінде 4 нұсқада өнгіштігі өзгерді, оның ең жоғары көрсеткіші 91,66%

күкірт бар тыңайтқыш ерітіндісімен, ең азы – 77,08% тиовит тыңайтқышымен, мәліметтерді салыстыру барысында тыңайтқыш қосылған жағдайда өнгіштік бақылау нұсқасына қарағанда жоғары болғандығы айқындалды. Өсу барысында, колеоптильдің төменгі аймағы бургундия түсті болды. Дәні үлкен болмағандықтан масағы да соған сай жіңішке, ұзын. Морфо-

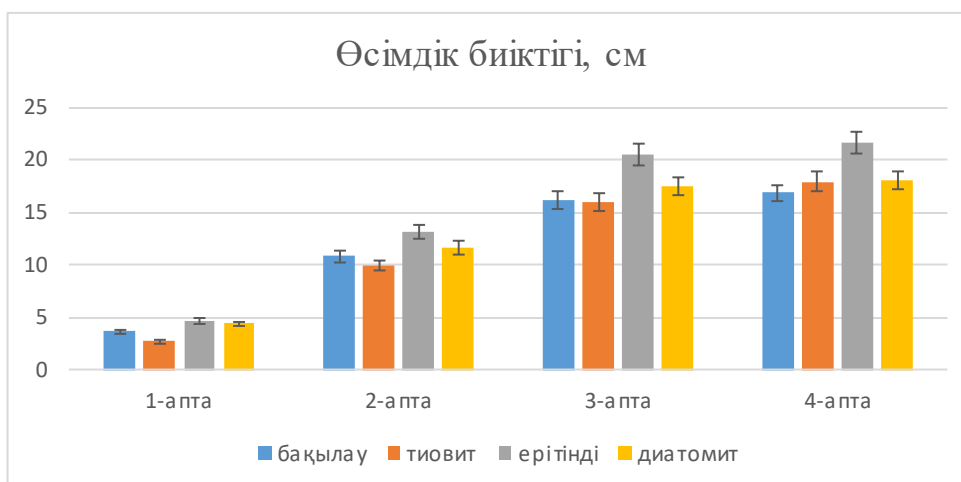
логиялық көрсеткіштер әртүрлі кезеңде айқындалды, өсімдіктің биіктігі 61 ± 2.9 см анықталды. толық пісіп жетілу кезеңіндегі жапырағының морфометриялық көрсеткіштері жалау жапырақтың ұзындығы 9 ± 1.2 см, ені 0.9 ± 0.1 см. Көпжылдық бидайдың тұқымдары жеңіл және жұқа болғанымен, олардың өнгіштігі жоғары.



4-сурет – Жылыжай жағдайында көпжылдық бидай тұқымдарының өнуі

Жылыжай жағдайында әр түрлі күкіртті тыңайтқыштармен өсіргенде, үш қайталанымда көпжылдық бидай тұқымдарының өну пайызы 79,55%-дан 83,42%-ға дейін өзгерді (4-сурет).

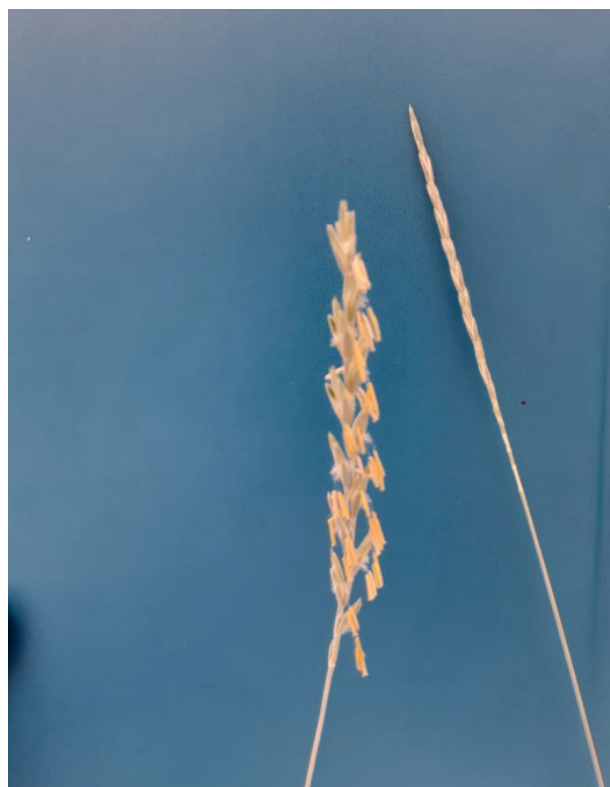
Өскін қарқынды өсті, тәжірибе барысында күкірт ерітіндісімен өңделген нұсқада өсімдік жоғарғы биіктігімен ерекшеленді (5-сурет).



5-сурет – Жылыжай жағдайында көпжылдық бидайдың өсуі



6-сурет – Жылыжайда өсімдіктерді өлшеу

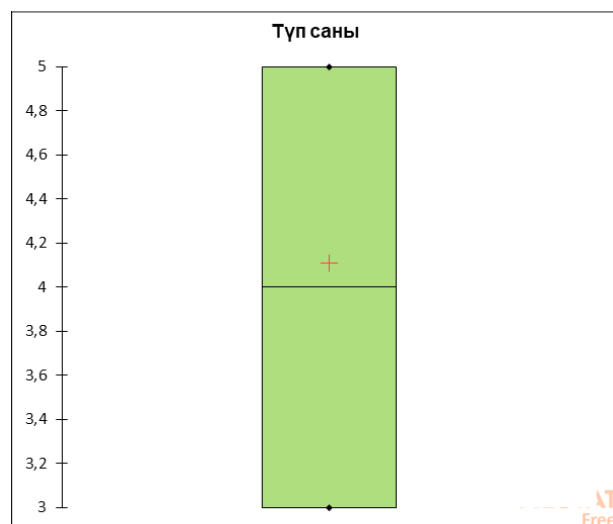
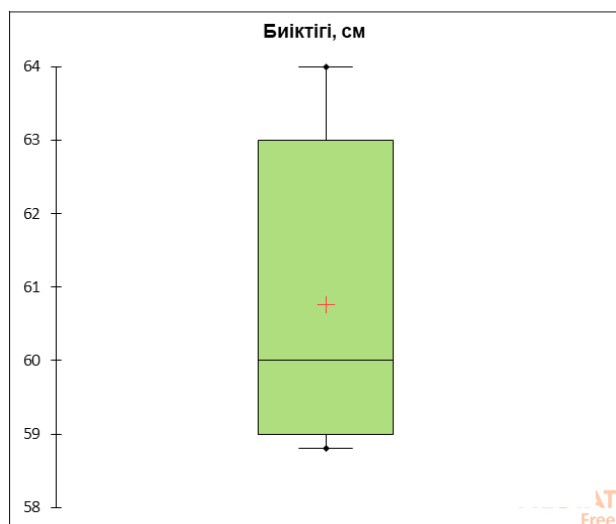


7-сурет – Көпжылдық бидайдың масактану және гүлдену фазалары

Зерттеу көпжылдық бидайдың құрылымдық талдауы анықталды (отырғызу күні 29 қыркүйек 2020 жыл). Біржылдық бидайдан негізгі айырмашылығы көпжылдық бидайдың масағы жіп тәрізді, жіңішке, масақ

ұзындығы $15,5 \pm 0,5$ см, ең ұзын масақ 17 см-ге жетті. Тұқымы жұқа сопақша тәрізді, жеңіл. 1000 дәннің салмағы $11,9 \pm 1,6$ г.

Орташа алғанда, бір дәннен шығатын түп саны $4,1 \pm 1,3$ (6-9-сурет, 2-кесте).



8-сурет – Көпжылдық бидай орташа биіктігі, түп саны көрсетілген



9-сурет – Көпжылдық бидайдың пісу кезеңі

2-кесте – Көпжылдық бидайдың құрылымдық талдауы

№	Көпжылдық бидайдың параметрлері	Орташа көрсеткіш
1	Дымқыл биомасса, грамм	40,38±9,3
2	Құрғақ биомасса, грамм	23,72±7,1
3	Өсімдіктің ұзындығы, сантиметр	73,9±4,5
4	Масақтың ұзындығы, сантиметр	15,2±2,6
5	Масақтар саны, дана	3,4±1,7
6	Сабақтарының саны, дана	11,3±4,9
7	Тамыр ұзындығы, сантиметр	22,19±3,45
8	Жапырақтар ауданы, м ²	191,47±6,7
9	1000 дәннің салмағы, грамм	11,9±1,6

Сова сортынан астық пен жасыл масса алу да екі мақсаты бар, оның дәнінің өнімділігі төмен болғанымен, жыл ішінде жасыл массаның өнімділігі артты (3-кесте).

Егістік жағдайында сәуір айында екі ерте және кеш маусымда егілді, әр түрлі қатарлар ара қашықтығы 15 см, 30 см және 45 см және екі бидай дәнінің арасы 5 см, 10 см көпжылдық бидайдың өсуі мен дамуына әртүрлі ықпал етті, қолайлы нұсқа арақашықтығы 45 және екі өсімдік арасы 10 см.

Топырақтың құнарлылығынан бөлек топырақ ылғалдылығының өсімдіктің өнуіне әсері мол. Топырақ ылғалдылығы метр тереңдікке дейін 10 см-лік деңгейде өлшенді. Егістікте егілген көпжылдық бидайдың топырақтың ылғалдылық деңгейі: 10 см-ге дейін 18.1%, 10-20 см тереңдікте – 17.8%, 20-50 см – 18%, 50-60 см – 18.2%, 60-70 см – 17.1%, 70-80 см – 15.9%, 80-90 см – 13.3%, 90-100 см – 12.4% (10-сурет). 1-метрлік қабаттағы топырақтың ылғалдылығы 130-дан 110 г-ға дейін өзгерді. Құрғақ топырақтың абсолютті массасы 80%-дан 50%-ға өзгерді.

30-60 см тереңдікте ылғалдылық мөлшері жоғары пайыздық көрсеткішке ие, ең аз ылғалдылық деңгей 90-100 см тереңдікте бақыланды.

3-кесте – *Thinopyrum intermedium* (Host) Barkworth & D.R. Dewey өнімділігі

Сова сорты	Көпжылдық бидайдың өнімділігі, ц/га	
жыл	Дән	Жасыл масса
2021	7,6±3,1	191,47±6,7

Алматы облысы, Қарасай ауданындағы егістік жағдайының зерттеу нәтижелері



10-сурет – Зерттелген аймақтың ашық қоңыр топырағының ылғалдылық деңгейі (29.04.2021)

Егістік жағдайының зерттеу нәтижесі бойынша масақ ұзындығы 5см-ден 18 см-ге дейін ауытқыды. 1000 дәннің орташа салмағы 9,5 г. Масақтағы масақша саны 10-15, дән саны 20-35 (11-сурет).

Қазіргі уақытта көпжылдық жаңа дақылдарға фермерлік қызығушылық артуда. Себебі, бір

жылдық дақылды жыл сайын егу арқылы экологиялық жағдайға кері әсер туындайтынын мойындаймыз, жыл сайын жерді жырту, әсерінен ауада смог пайда болатындығы дәлелденген, сонымен қатар топырақ механикалық зақымдалып, нәтижесінде, топырақ эрозияға ұшырайтыны белгілі. Көпжылдық дақылды өсіру барысын-

да, жыл бойы өсімдік жамылғысы топырақтың физикалық және химиялық қасиеттерін жақсартумен қатар, топырақтағы органикалық заттардың көбеюімен бірге топырақ пен суды

қорғайды. Көпжылдық дақылдар жүйелеріндегі топырақтар, әдетте, судың инфильтрациясы мен сақталуының жоғарылауына ие, бұл топырақтың жылжуы мен эрозиясын азайтады.



11-сурет – Егістік жағдайындағы көпжылдық бидайдың өнімділігі

Сонымен қатар, жерді жыртуға жанар-жағар майға және тұқымға кететін шығын экономикалық тұрғыдан тиімсіз екендігі түсінікті. Осы орайда, көпжылдық бидайды бір жылдық бидаймен алмастыру ұсынылады, біріншіден, экологиялық, екіншіден экономикалық тиімділік ескеріледі. Қазіргі таңда Қазақстанда жем-шөп мәселесі өткір, малға қорек жетіспеушіліктен кейбір өңірлерде мал саны күрт азаюда. Бұл мәселенің түйінін де көпжылдық дақыл өсіру арқылы шешуге болады, жыл сайын астық жиналған соң жасыл биомассасы жем-шөп ретінде жиналады, себебі басқа бір жылдық дақылдар сарғайып кеткенде, жасыл түсін сақтап тұрғандықтан, оған сұраныс туындайды. Негізгі артықшылықтарымен қоса кемшілігі, тұқымы жіңішке, жеңіл, осы ретте өнімділігі бір жылдық бидаймен салыстырғанда аз болғанымен, оның 5 жылғы өнімділігін ескеруіміз қажет.

Дегенмен, соңғы уақытта селекциялық жұмыстар, көпжылдық бидайдан мол өнім алуға бағытталған, нәтижелер де жемісті. Қолданыстағы жылдық дәнді дақылдар мен жабайы көпжылдық түрлердің кең гибридті будандарынан алынған көпжылдық дақылдар, әдетте, отандық жабайы өсімдіктерден алынған көпжылдық дақылдарға қарағанда жоғары өнімділікке ие, бұл оларды жылдық дақылдармен салыстырғанда өнімді етеді.

Қорытынды

Көпжылдық дақыл бидай негізінде бұдан әрі «көпжылдық бидай» ол бидайықтың көпжылдық туыстарымен *Lophopyrum*, *Thinopyrum*, *Elymus*, *Elytrigia* бидайдың ұрпақтарымен будандастыру арқылы алынған. Бүгінгі таңда астық биомассасын салыстыру, көпжылдық бидайдың төзімділігі мен өнімділігі жылдық дәндерге қарағанда айырмашылық көрсетті.

Әлемнің әртүрлі топырақ-климаттық жағдайында жүргізілген көптеген зерттеулер климаттың жылынуы, экологиялық қауіптер және астық өндірісінің энергия сыйымдылығының жоғарылауы мәселелеріне байланысты көпжылдық дақылдар жылдық дақылдарға балама бола алады. Өйткені, олар қоршаған ортаның көптеген жағымсыз биотикалық және абиотикалық факторларына төзімді, топырақ қабатын ұзақ жылдар бойы сақтауға, ылғал мен қоректік заттардың шығынын азайтуға, көбірек көміртекті сіңіруге, сол арқылы ауыл шаруашылығынан шығатын парниктік шығарындыларды азайтуға мүмкіндік береді.

Көпжылдық бидайдың өсуі мен даму биологиясын зерттеу, оны әртүрлі агроэкологиялық аймақтарға қатысты өсірудің тиімді әдістерін әзірлеу бойынша зерттеулер Қазақстанның оңтүстігі мен оңтүстік-шығысында ауыл шаруа-

шылығының өзекті және перспективалық бағыты болып табылады.

Зерттеуді жүзеге асыру барысында күтілетін нәтижелер: суару суының шығынын азайту; суармалы топырақ эрозиясын жою; ауданның бірлігіне су тұтыну коэффициентін төмендету; топырақтың агрофизикалық қасиеттерін бастапқы деңгейде сақтау; бірлік аумаққа парниктік газдар шығарындыларын азайту; дақылдарды өсіру құнын төмендету; қоршаған ортаны жақсарту кезінде жаңа экономикалық мүмкіндіктер құру.

Зерттеу нәтижесін қорытындылай келе, жылыжай жағдайында көпжылдық бидайдың тұқымының өнгіштігі бақылау нұсқасында 76,58%, ал эксперименттік нұсқаларда ең жоғары көрсеткіш күкірт ерітіндісі қосылған жағдайда 83.33% анықталды. Морфологиялық құрылысындағы басты ерекшелік, масақтың ұзындығының ұзын болуы 17 см және 1000 дәннің салмағының біржылдық бидаймен салыстырғанда айтарлықтай жеңіл $11,9 \pm 1,6$ г. болды.

Топырақ ылғалдығы 30-60 см тереңдікте жоғары, ал 90-100 см тереңдікте пайыздық көрсеткіші төмен. Егістік жағдайында көпжылдық бидайдың өсуі мен дамуына қолайлы нұсқа арақашықтығы 45 және екі өсімдік арасы 10 см, дәнінің өнімділігі $7,6 \pm 3,1$ ц/га, жасыл массаның өнімділігі $191,47 \pm 6,7$ ц/га көрсетті.

Зерттеу жұмысы Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі Ғылым Комитетінің гранттық жобасына сәйкес жүргізіледі (№АР09259457) «Қазақстанның оңтүстік және оңтүстік-шығысында биоалуантүрлілік пен топырақтың құнарлылығын сақтауда көпжылдық бидайды егіншілік мәдениетіне енгізу» 2021-2023 жж., мемлекеттік тіркеу нөмірі 0121PK00256.

Мүдделер қақтығысы

Мақаланың құрылымын барлық авторлар оқып, танысты және мүдделер қақтығысы жоқ.

Әдебиеттер

- 1 Pinto, P., De Haan, L., & Picasso, V. (2021). Post-harvest management practices impact on light penetration and kernza intermediate wheatgrass yield components. *Agronomy*, 11(3) doi:10.3390/agronomy11030442
- 2 Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT: Crops. Available online: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (accessed on 27 March 2019)
- 3 Zimbric, J. W., Stoltenberg, D. E., & Picasso, V. D. (2021). Strategies to reduce plant height in dual-use intermediate wheatgrass cropping systems. *Agronomy Journal*, 113(2), 1563-1573. doi:10.1002/agj2.20544
- 4 Glover, J. D.; Reganold, J. P.; Bell, L. W.; Borevitz, J.; Brummer, E. C.; Buckler, E. S.; Cox, C. M.; Cox, T. S.; Crews, T. E.; Culman, S. W.; DeHaan et. al. (2010). Increased Food and Ecosystem Security via Perennial Grains. *Science*, 328(5986), 1638–1639. doi:10.1126/science.1188761
- 5 Culman, Steve W.; Snapp, Sieglinde S.; Ollenburger, Mary; Basso, Bruno; DeHaan, Lee R. (2013). Soil and Water Quality Rapidly Responds to the Perennial Grain Kernza Wheatgrass. *Agronomy Journal*, 105(3), 735–. doi:10.2134/agronj2012.0273
- 6 Batello, C.; Wade, L.; Cox, S.; Pogna, N.; Bozzini, A.; Choptiany, J. Perennial Crops for Food Security. In Proceedings of the FAO Expert Workshop, Rome, Italy, 28–30 August 2013; Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available online: <http://www.fao.org/3/a-i3495e.pdf> (accessed on 12 November 2019).
- 7 Ryan, Matthew R; Crews, Timothy E; Culman, Steven W; DeHaan, Lee R; Hayes, Richard C; Jungers, Jacob M; Bakker, Matthew G (2018). Managing for Multifunctionality in Perennial Grain Crops. *BioScience*, 68(4), 294–304. doi:10.1093/biosci/biy014
- 8 Pulido-Moncada, M., Katuwal, S., Kristensen, J. B., & Munkholm, L. J. (2021). Effects of bio-subsoilers on subsoil pore-system functionality: Case study with intact soil columns. *Geoderma*, 385 doi:10.1016/j.geoderma.2020.114897
- 9 de Oliveira, Gabriel; Brunsell, Nathaniel A.; Sutherlin, Caitlyn E.; Crews, Timothy E.; DeHaan, Lee R. (2018). Energy, water and carbon exchange over a perennial Kernza wheatgrass crop. *Agricultural and Forest Meteorology*, 249(), 120–137. doi:10.1016/j.agrformet.2017.11.022
- 10 DeHaan, Lee R.; Van Tassel, David L.; Anderson, James A.; Asselin, Sean R.; Barnes, Richard; Baute, Gregory J.; Cattani, Douglas J.; Culman, Steve W.; Dorn, Kevin M.; Hulke, Brent S.; Kantar, Michael; Larson, Steve; Marks, M. David; Miller, Allison J.; Poland, Jesse; Ravetta, Damian A.; Rude, Emily; Ryan, Matthew R.; Wyse, Don; Zhang, Xiaofei (2016). A Pipeline Strategy for Grain Crop Domestication. *Crop Science*, 56(3), 917–. doi:10.2135/cropsci2015.06.0356
- 11 Lanker, M., Bell, M., & Picasso, V. D. (2020). Farmer perspectives and experiences introducing the novel perennial grain kernza intermediate wheatgrass in the US midwest. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 35(6), 653-662. doi:10.1017/S1742170519000310
- 12 R.C. Hayes; M.T. Newell; L.R. DeHaan; K.M. Murphy; S. Crane; M.R. Norton; L.J. Wade; M. Newberry; M. Fahim; S.S. Jones; T.S. Cox; P.J. Larkin (2012). Perennial cereal crops: An initial evaluation of wheat derivatives. , 133(none), 68–89. doi:10.1016/j.fcr.2012.03.014

- 13 Baker, Beth (2017). Can Modern Agriculture Be Sustainable. *BioScience*, 67(4), 325–331. doi:10.1093/biosci/bix018
- 14 Patagonia Provisions Long Root Pale Ale. Available online: <https://www.patagoniaprovisions.com/pages/long-root-pale-ale> (accessed on 21 May 2019).
- 15 Christenson, B. Taste of General Mills. Available online: <https://blog.generalmills.com/2019/04/a-cereal-thats-deeply-rooted-for-good/> (accessed on 21 May 2019).
- 16 Whole Grains Council. Whole Grain Momentum: Whole Grains are the New Norm. Available online: https://wholegrainscouncil.org/sites/default/files/atoms/files/WG_Momentum_infographic2018.pdf (accessed on 26 July 2019).
- 17 Zimberoff, L. Superwheat Kernza could Save our Soil and Feed us Well. Available online: <http://civileats.com/2015/06/15/superwheat-kernza-could-save-our-soil-and-feed-us-well/> (accessed on 26 July 2019).
- 18 Reganold, J. P.; Jackson-Smith, D.; Batie, S. S.; Harwood, R. R.; Kornegay, J. L.; Bucks, D.; Flora, C. B.; Hanson, J. C.; Jury, W. A.; Meyer, D.; Schumacher, A.; Sehmsdorf, H.; Shennan, C.; Thrupp, L. A.; Willis, P. (2011). Transforming U.S. Agriculture. *Science*, 332(6030), 670–671. doi:10.1126/science.1202462
- 19 Agence Bio. Focus sur les Filières bio en France: Les Grandes Cultures Biologiques. Available online: <http://www.agencebio.org/la-bio-en-france> (accessed on 26 July 2019)
- 20 Jon K. Piper (1998). Growth and seed yield of three perennial grains within monocultures and mixed stands. , 68(1-2), 1–11. doi:10.1016/s0167-8809(97)00097-2
- 21 Sakiroglu, M., Dong, C., Hall, M. B., Jungers, J., & Picasso, V. (2020). How does nitrogen and forage harvest affect belowground biomass and nonstructural carbohydrates in dual-use kernza intermediate wheatgrass? *Crop Science*, 60(5), 2562–2573. doi:10.1002/csc2.20239
- 22 Bajgain, P., Zhang, X., Jungers, J. M., DeHaan, L. R., Heim, B., Sheaffer, C. C. Anderson, J. A. (2020). ‘MN-clearwater’, the first food-grade intermediate wheatgrass (kernza perennial grain) cultivar. *Journal of Plant Registrations*, 14(3), 288–297. doi:10.1002/plr2.20042
- 23 Dick, C., Cattani, D., & Entz, M. H. (2018). Kernza intermediate wheatgrass (*Thinopyrum intermedium*) grain production as influenced by legume intercropping and residue management. *Canadian Journal of Plant Science*, 98(6), 1376–1379. doi:10.1139/cjps-2018-0146
- 24 Glover, Jerry D.; Reganold, John P.; Cox, Cindy M. (2012). Agriculture: Plant perennials to save Africa's soils. *Nature*, 489(7416), 359–361. doi:10.1038/489359a
- 25 Asbjornsen, H.; Hernandez-Santana, V.; Liebman, M.; Bayala, J.; Chen, J.; Helmers, M.; Ong, C.K.; Schulte, L.A. (2014). Targeting perennial vegetation in agricultural landscapes for enhancing ecosystem services. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 29(2), 101–125. doi:10.1017/S1742170512000385
- 26 Duchene, Olivier; Vian, Jean-François; Celette, Florian (2017). Intercropping with legume for agroecological cropping systems: Complementarity and facilitation processes and the importance of soil microorganisms. A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 240(), 148–161. doi:10.1016/j.agee.2017.02.019
- 27 Kang, Shujiang; Nair, Sujithkumar Surendran; Kline, Keith L.; Nichols, Jeffrey A.; Wang, Dali; Post, Wilfred M.; Brandt, Craig C.; Wullschlegel, Stan D.; Singh, Nagendra; Wei, Yaxing (2014). Global simulation of bioenergy crop productivity: analytical framework and case study for switchgrass. *GCB Bioenergy*, 6(1), 14–25. doi:10.1111/gcbb.12047
- 28 Larkin, Philip J.; Newell, Matthew T.; Hayes, Richard C.; Aktar, Jesmin; Norton, Mark R.; Moroni, Sergio J.; Wade, Len J. (2014). Progress in developing perennial wheats for grain and grazing. *Crop and Pasture Science*, 65(11), 1147–. doi:10.1071/CP13330
- 29 Jungers, J. M., DeHaan, L. R., Betts, K. J., Sheaffer, C. C., & Wyse, D. L. (2017). Intermediate wheatgrass grain and forage yield responses to nitrogen fertilization. *Agronomy Journal*, 109(2), 462–472. doi:10.2134/agronj2016.07.0438
- 30 Sutherlin, C. E., Brunzell, N. A., de Oliveira, G., Crews, T. E., DeHaan, L. R., & Vico, G. (2019). Contrasting physiological and environmental controls of evapotranspiration over kernza perennial crop, annual crops, and C4 and mixed C3/C4 grasslands. *Sustainability (Switzerland)*, 11(6) doi:10.3390/su11061640
- 31 Newell, Matthew T.; Hayes, Richard C. (2017). An initial investigation of forage production and feed quality of perennial wheat derivatives. *Crop and Pasture Science*, 68(12), 1141–. doi:10.1071/cp16405
- 32 Ryan, M. R., Crews, T. E., Culman, S. W., Dehaan, L. R., Hayes, R. C., Jungers, J. M., & Bakker, M. G. (2018). Managing for multifunctionality in perennial grain crops. *Bioscience*, 68(4), 294–304. doi:10.1093/biosci/biy014
- 33 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). (1985). – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, – 351 с.
- 34 Руководство по контролю и обработке наблюдений за фазами развития с.-х. культур, (1982).
- 35 Методические указания по мониторингу численности сорных растений, вредителей и развития болезней, (2004). Астана.
- 36 Ничипорович А.А., Строганова Л.Е., Чмора С.Н., Власова Г.П. (1961). Фотосинтетическая деятельность растений в посевах //М., Изд-во АН СССР, – 132 с.
- 37 Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1986. – 125с.
- 38 Муха В.Д. Практикум по агропочвоведению. (2010). – М.: Колос, – 367 с.

References

- 1 Agence Bio. Focus sur les Filières bio en France: Les Grandes Cultures Biologiques. Available online: <http://www.agencebio.org/la-bio-en-france> (accessed on 26 July 2019)
- 2 Asbjornsen, H.; Hernandez-Santana, V.; Liebman, M.; Bayala, J.; Chen, J.; Helmers, M.; Ong, C.K.; Schulte, L.A. (2014). Targeting perennial vegetation in agricultural landscapes for enhancing ecosystem services. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 29(2), 101–125. doi:10.1017/S1742170512000385
- 3 Bajgain, P., Zhang, X., Jungers, J. M., DeHaan, L. R., Heim, B., Sheaffer, C. C. Anderson, J. A. (2020). ‘MN-clearwater’, the first food-grade intermediate wheatgrass (kernza perennial grain) cultivar. *Journal of Plant Registrations*, 14(3), 288–297. doi:10.1002/plr2.20042
- 4 Baker, Beth (2017). Can Modern Agriculture Be Sustainable. *BioScience*, 67(4), 325–331. doi:10.1093/biosci/bix018
- 5 Batello, C.; Wade, L.; Cox, S.; Pogna, N.; Bozzini, A.; Choptiany, J. Perennial Crops for Food Security. In Proceedings of the FAO Expert Workshop, Rome, Italy, 28–30 August 2013; Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available online: <http://www.fao.org/3/a-i3495e.pdf> (accessed on 12 November 2019).
- 6 Christenson, B. Taste of General Mills. Available online: <https://blog.generalmills.com/2019/04/a-cereal-thats-deeply-rooted-for-good/> (accessed on 21 May 2019).
- 7 Culman, Steve W.; Snapp, Sieglinde S.; Ollenburger, Mary; Basso, Bruno; DeHaan, Lee R. (2013). Soil and Water Quality Rapidly Responds to the Perennial Grain Kernza Wheatgrass. *Agronomy Journal*, 105(3), 735–. doi:10.2134/agronj2012.0273
- 8 de Oliveira, Gabriel; Brunzell, Nathaniel A.; Sutherlin, Caitlyn E.; Crews, Timothy E.; DeHaan, Lee R. (2018). Energy, water and carbon exchange over a perennial Kernza wheatgrass crop. *Agricultural and Forest Meteorology*, 249(0), 120–137. doi:10.1016/j.agrformet.2017.11.022
- 9 DeHaan, Lee R.; Van Tassel, David L.; Anderson, James A.; Asselin, Sean R.; Barnes, Richard; Baute, Gregory J.; Cattani, Douglas J.; Culman, Steve W.; Dorn, Kevin M.; Hulke, Brent S.; Kantar, Michael; Larson, Steve; Marks, M. David; Miller, Allison J.; Poland, Jesse; Ravetta, Damian A.; Rude, Emily; Ryan, Matthew R.; Wyse, Don; Zhang, Xiaofei (2016). A Pipeline Strategy for Grain Crop Domestication. *Crop Science*, 56(3), 917–. doi:10.2135/cropsci2015.06.0356
- 10 Dick, C., Cattani, D., & Entz, M. H. (2018). Kernza intermediate wheatgrass (*Thinopyrum intermedium*) grain production as influenced by legume intercropping and residue management. *Canadian Journal of Plant Science*, 98(6), 1376–1379. doi:10.1139/cjps-2018-0146
- 11 Dospekhov B.A. (1985). *Metodika polevogo opy'ta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of field experiments (with the basics of statistical processing of research results)]*. – 5-e izd., dop. i pererab. – M.: Agropromizdat, – p. 351.
- 12 Duchene, Olivier; Vian, Jean-François; Celette, Florian (2017). Intercropping with legume for agroecological cropping systems: Complementarity and facilitation processes and the importance of soil microorganisms. A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 240(0), 148–161. doi:10.1016/j.agee.2017.02.019
- 13 Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT: Crops. Available online: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (accessed on 27 March 2019)
- 14 Glover, J. D.; Reganold, J. P.; Bell, L. W.; Borevitz, J.; Brummer, E. C.; Buckler, E. S.; Cox, C. M.; Cox, T. S.; Crews, T. E.; Culman, S. W.; DeHaan et. al. (2010). Increased Food and Ecosystem Security via Perennial Grains. *Science*, 328(5986), 1638–1639. doi:10.1126/science.1188761
- 15 Glover, Jerry D.; Reganold, John P.; Cox, Cindy M. (2012). Agriculture: Plant perennials to save Africa's soils. *Nature*, 489(7416), 359–361. doi:10.1038/489359a
- 16 Jon K. Piper (1998). Growth and seed yield of three perennial grains within monocultures and mixed stands. , 68(1-2), 1–11. doi:10.1016/s0167-8809(97)00097-2
- 17 Jungers, J. M., DeHaan, L. R., Betts, K. J., Sheaffer, C. C., & Wyse, D. L. (2017). Intermediate wheatgrass grain and forage yield responses to nitrogen fertilization. *Agronomy Journal*, 109(2), 462–472. doi:10.2134/agronj2016.07.0438
- 18 Kang, Shujiang; Nair, Sujithkumar Surendran; Kline, Keith L.; Nichols, Jeffrey A.; Wang, Dali; Post, Wilfred M.; Brandt, Craig C.; Wullschleger, Stan D.; Singh, Nagendra; Wei, Yaxing (2014). Global simulation of bioenergy crop productivity: analytical framework and case study for switchgrass. *GCB Bioenergy*, 6(1), 14–25. doi:10.1111/gcbb.12047
- 19 Lanker, M., Bell, M., & Picasso, V. D. (2020). Farmer perspectives and experiences introducing the novel perennial grain kernza intermediate wheatgrass in the US midwest. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 35(6), 653–662. doi:10.1017/S1742170519000310
- 20 Larkin, Philip J.; Newell, Matthew T.; Hayes, Richard C.; Aktar, Jesmin; Norton, Mark R.; Moroni, Sergio J.; Wade, Len J. (2014). Progress in developing perennial wheats for grain and grazing. *Crop and Pasture Science*, 65(11), 1147–. doi:10.1071/CP13330
- 21 Metodicheskie ukazaniya po monitoringu chislennosti sorny'kh rastenij, vreditelej i razvitiya boleznij [Methodological guidelines for monitoring the number of weeds, pests and the development of diseases], (2004). Astana,
- 22 Metodika gosudarstvennogo sortoispy'taniya sel'skokhozyajstvenny'kh kul'tur, [Methodology of state variety testing of agricultural crops] (1986). – p. 125.
- 23 Mukha V.D. *Praktikum po agropochvedeniyu, [Workshop on agro-soil science]* (2010) – M.: Kolos, – p. 367.
- 24 Newell, Matthew T.; Hayes, Richard C. (2017). An initial investigation of forage production and feed quality of perennial wheat derivatives. *Crop and Pasture Science*, 68(12), 1141–. doi:10.1071/cp16405

- 25 Nichiporovich A.A., Stroganova L.E., Chmora S.N., Vlasova G.P. (1961). Fotosinteticheskaya deyatel'nost' rastenij v posevakh, [Photosynthetic activity of plants in crops] //M., Izd-vo AN SSSR, – p. 132.
- 26 Patagonia Provisions Long Root Pale Ale. Available online: <https://www.patagoniaprovisions.com/pages/long-root-pale-ale> (accessed on 21 May 2019).
- 27 Pinto, P., De Haan, L., & Picasso, V. (2021). Post-harvest management practices impact on light penetration and kernza intermediate wheatgrass yield components. *Agronomy*, 11 (3) doi:10.3390/agronomy11030442
- 28 Pulido-Moncada, M., Katuwal, S., Kristensen, J. B., & Munkholm, L. J. (2021). Effects of bio-subsoilers on subsoil pore-system functionality: Case study with intact soil columns. *Geoderma*, 385 doi:10.1016/j.geoderma.2020.114897
- 29 R.C. Hayes; M.T. Newell; L.R. DeHaan; K.M. Murphy; S. Crane; M.R. Norton; L.J. Wade; M. Newberry; M. Fahim; S.S. Jones; T.S. Cox; P.J. Larkin (2012). Perennial cereal crops: An initial evaluation of wheat derivatives. , 133(none), 68–89. doi:10.1016/j.fcr.2012.03.014
- 30 Reganold, J. P.; Jackson-Smith, D.; Batie, S. S.; Harwood, R. R.; Kornegay, J. L.; Bucks, D.; Flora, C. B.; Hanson, J. C.; Jury, W. A.; Meyer, D.; Schumacher, A.; Sehmsdorf, H.; Shennan, C.; Thrupp, L. A.; Willis, P. (2011). Transforming U.S. Agriculture. *Science*, 332(6030), 670–671. doi:10.1126/science.1202462
- 31 Rukovodstvo po kontrolyu i obrabotke nablyudenij za fazami razvitiya s.-kh. kul'tur, [Guidelines for the control and processing of the observation of the phases of development of agricultural crops], 1982.
- 32 Ryan, M. R., Crews, T. E., Culman, S. W., Dehaan, L. R., Hayes, R. C., Jungers, J. M., & Bakker, M. G. (2018). Managing for multifunctionality in perennial grain crops. *Bioscience*, 68(4), 294-304. doi:10.1093/biosci/biy014
- 33 Ryan, Matthew R; Crews, Timothy E; Culman, Steven W; DeHaan, Lee R; Hayes, Richard C; Jungers, Jacob M; Bakker, Matthew G (2018). Managing for Multifunctionality in Perennial Grain Crops. *BioScience*, 68(4), 294–304. doi:10.1093/biosci/biy014
- 34 Sakiroglu, M., Dong, C., Hall, M. B., Jungers, J., & Picasso, V. (2020). How does nitrogen and forage harvest affect belowground biomass and nonstructural carbohydrates in dual-use kernza intermediate wheatgrass? *Crop Science*, 60(5), 2562-2573. doi:10.1002/csc2.20239
- 35 Sutherlin, C. E., Brunzell, N. A., de Oliveira, G., Crews, T. E., DeHaan, L. R., & Vico, G. (2019). Contrasting physiological and environmental controls of evapotranspiration over kernza perennial crop, annual crops, and C4 and mixed C3/C4 grasslands. *Sustainability (Switzerland)*, 11(6) doi:10.3390/su11061640
- 36 Whole Grains Council. Whole Grain Momentum: Whole Grains are the New Norm. Available online: https://wholegrainscouncil.org/sites/default/files/atoms/files/WG_Momentum_infographic2018.pdf (accessed on 26 July 2019).
- 37 Zimberoff, L. Superwheat Kernza could Save our Soil and Feed us Well. Available online: <http://civileats.com/2015/06/15/superwheat-kernza-could-save-our-soil-and-feed-us-well/> (accessed on 26 July 2019).
- 38 Zimbric, J. W., Stoltenberg, D. E., & Picasso, V. D. (2021). Strategies to reduce plant height in dual-use intermediate wheatgrass cropping systems. *Agronomy Journal*, 113(2), 1563-1573. doi:10.1002/agj2.20544