

УДК 633.1 : 551.583(574)

**К ОЦЕНКЕ УЯЗВИМОСТИ И АДАПТАЦИИ ЗЕРНОВЫХ НА
ТЕРРИТОРИИ КАЗАХСТАНА В СВЯЗИ С ВОЗМОЖНЫМИ
ИЗМЕНЕНИЯМИ КЛИМАТА**

Академик КазСХА, доктор с.-х. наук Э.Ф. Госсен
Канд. геогр. наук Л.В. Лебедь

Приводятся отдельные результаты по оценке возможных изменений агроклиматических ресурсов и урожайности яровой и озимой пшеницы на территории Казахстана, связанных с потенциальным изменением климата за счет парникового эффекта (сценарий климата при удвоенной концентрации углекислого газа в атмосфере по модели климата США GFDL). Показано, что комплекс интенсивных мер по адаптации зернового хозяйства республики может компенсировать отрицательный эффект прямого влияния изменения климата.

В настоящее время изменение климата под влиянием интенсивной антропогенной деятельности и связанная с ним проблема уязвимости сельского хозяйства, как природоёмкой отрасли экономики, привлекает пристальное внимание исследователей. И хотя вопрос развития будущего климата и степени его изменения остается достаточно полемичным, приводимые в литературе данные однозначно подтверждают факт глобального потепления климата, в том числе и на территории Казахстана [7, 8, 11]. В преддверии существенных изменений климата, связанных с ростом концентрации углекислого газа в атмосфере, оценка степени возможной уязвимости сельского хозяйства Казахстана, развитого в условиях уже достаточно жесткого современного климата, является актуальной. При изучении влияния изменения климата на сельскохозяйс-

твенное производство в настоящее время используются различные методы и приемы. Среди них: контрольные эксперименты в фитотронах и фитокамерах по выявлению прямого отклика растений на различные климатические режимы и концентрации CO_2 ; пространственный анализ параметров окружающей среды и расчеты сдвига сельскохозяйственных зон; оценка потенциальной продуктивности сельскохозяйственных объектов по измененным климатическим показателям; использование динамических моделей роста сельскохозяйственных культур для расчета влияния прогнозируемых климатических, почвенных, экономических и других факторов на жизнедеятельность и продуктивность растений [7].

В статье излагаются результаты оценки потенциальной уязвимости и адаптации зернового поля Казахстана, связанных с возможным потеплением и аридизацией климата под влиянием парникового эффекта за счет увеличения концентрации углекислого газа в атмосфере. Исследования выполнены на примере яровой и озимой пшеницы. Они касаются только прямого влияния измененного климата на зерновые. Воздействие CO_2 на посевы не исследуется. При оценке уязвимости зерновых использованы основные параметры будущего климата на территории Республики, полученные в лаборатории исследования климата Казахского научно-исследовательского института мониторинга окружающей среды и климата (КазНИИМОСК) по одной из современных моделей теории климата США GFDL.

Посевы яровой пшеницы в основном сосредоточены на территории северной половины Республики. Озимая пшеница преимущественно высевается в южной половине на неполивных (богарных) участках, а также в западных и восточных областях. Расчеты проведены выборочно для Западно-Казахстанской (запад), Костанайской (север), Семипалатинской (восток), Алматинской (юго-восток) областей, равномерно освещающих основную зерносеющую зону республики.

При решении задач, связанных с оценкой уязвимости посевов сельскохозяйственных культур, наиболее перспективный путь - применение динамических моделей продуктивности посевов [7]. В данном слу-

чае для оценки уязвимости яровой и озимой пшеницы использовался метод агрометеорологической оценки и прогноза урожайности основных зерновых культур для Казахстана, разработанный в лаборатории агрометеорологии КазНИИМОСК [4]. Теоретической основой метода послужил один из вариантов динамических моделей продукционного процесса сельскохозяйственных культур [6,10]. Метод позволяет рассчитывать поэтапно оценку агрометеорологических и агроклиматических условий от всходов (начала весенней вегетации) до налива зерна по каждой из культур. Расчеты включают в себя частные оценки ресурсов света (Q), тепла (T), влаги (W), экстремальности условий налива зерна (D) и интегральную оценку условий C_t за период вегетации t , которая в общем виде может быть представлена как

$$C_t = F(Q, T, W, D). \quad (1)$$

Параметризация модели выполнена с учетом требований яровой и озимой пшеницы сортов адаптированных к местным условиям среды. Оценка агроклиматических условий для сценария климата при удвоении CO_2 ($2CO_2$) рассчитывалась по отношению к условиям современного климата (сценарий $1CO_2$). Урожайность зерновых получена с использованием формулы:

$$Y = Y \cdot C_t, \quad (2)$$

где Y - урожайность культуры для заданного сценария климата; Y - урожайность культуры по тренду на 1990 год; C_t - оценка агроклиматических условий культуры при заданном сценарии климата.

Тренды урожайности Y для яровой и озимой пшеницы получены методом гармонических весов [6]. Чувствительность модели проверялась на случаях естественных (природных) флюктуаций погодных условий современного климата. Флюктуации включали в себя и диапазон возможных изменений основных элементов климата, полученных по сценарию $2CO_2$.

В табл. 1 и табл. 2 по отдельным областям приводятся основные показатели современных агроклиматических условий произрастания зерновых (сценарий климата $1CO_2$) и полученные по модели GFDL (сценарий климата $2CO_2$). Из данных таблицы 1 видно, что с

Таблица 1

Температурные показатели условий вегетации зерновых по областям Казахстана при различных сценариях климата (модель GFDL)

Сценарий климата	Переход температуры воздуха через 5 °С		Температура воздуха (°С) по периодам (сут) от всходов (начала вегетации) весной							
	осень	весна	озимая пшеница			яровая пшеница				
			0 - 30	31- 60	61- 90	0 - 30	31- 60	61- 90	91- 120	
Западно-Казахстанская										
1С02	11-20 октября	21-31 марта	11,4	18,0	22,1	16,4	20,8	23,0	21,3	
2С02	1-10 ноября	11-20 марта	15,0	22,4	25,8	20,5	24,7	27,2	28,0	
Костанайская										
1С02	1-10 ноября	1-10 апреля	10,9	16,8	20,3	14,9	19,6	19,5	16,1	
2С02	21-30 ноября	21-31 марта	11,1	19,3	23,9	15,8	22,1	26,3	25,5	
Семипалатинская										
1С02	1-10 октября	1-10 марта	10,8	16,9	21,3	14,9	19,6	19,5	16,3	
2С02	21-31 октября	21-31 марта	13,5	19,6	26,2	17,6	24,5	26,7	24,0	
Алматинская										
1С02	21-31 октября	11-20 марта	10,1	14,3	20,0	13,7	18,5	22,1	22,1	
2С02	1-10 ноября	1-10 марта	11,4	17,4	22,5	16,1	20,6	25,3	26,7	

Таблица 2

Показатели условий увлажненности посевов зерновых по областям Казахстана при различных сценариях климата

Сценарий климата	Осадки (мм)				Коэффициент увлажненности бездосева на период (сут) от даты перехода T через 5 оС весной		
	год	зима	весна-первая половина лета	вторая половина лета - осень	10	40	70
	Западно-Казахстанская						
1С02	287	104	100	84	2,32	0,80	0,52
2С02	301	82	116	134	1,46	0,81	0,40
	Костанайская						
1С02	316	115	137	91	2,13	0,98	0,69
2С02	376	115	161	125	2,07	0,77	0,51
	Семипалатинская						
1С02	329	138	115	78	2,03	0,94	0,62
2С02	379	108	148	125	1,87	0,85	0,50
	Алматинская						
1С02	536	137	285	130	2,87	1,82	1,09
2С02	739	97	417	225	2,93	1,58	1,12

глобальным потеплением климата по всей территории республики возможно сокращение холодного периода на 30-40 суток. Средние месячные температуры воздуха зимних месяцев, характеризующие условия перезимовки озимых зерновых, могут повыситься на 3-5 °С. При этом начало вегетации озимых и посев яровых зерновых могут сместиться на 10 суток раньше. Средние суточные температуры воздуха за вегетационный период зерновых могут повыситься на большей части территории на 2 - 2,5 °С, в западном районе - на 4 °С.

В период налива и созревания зерна у яровых зерновых возможное превышение температуры повсеместно составит 4 - 6 С, на юго-востоке 3 С. Количество атмосферных осадков холодного периода, за счет его сокращения может уменьшиться на 10-15 % (табл. 2). Количество осадков за теплый период года с учетом его удлинения для большинства районов может увеличиться на 30 - 40 % от современного уровня, на юговостоке на 60 - 70 %. При этом осадки могут быть сдвинуты на вторую половину вегетации. Однако, условия увлажненности посевов за вегетационный период, даже с учетом сдвига его на более ранние календарные сроки, в целом, могут ухудшиться. Об этом можно судить по рассчитанным значениям комплексного показателя увлажненности А.П.Федосеева (W), который характеризует соотношение между приходной и расходной составляющими почвенных влагозапасов в динамике за вегетационный период. Значения коэффициента увлажненности рассчитывались на фазы: весенняя вегетация озимых (начало сева яровых) - W_0 , колошение озимых (выход в трубку яровых) - W_3 , колошение яровых - W_6 . Как видно из данных табл.2, значения коэффициента увлажненности при варианте климата $2CO_2$ для северной половины сельскохозяйственной зоны повсеместно могут понизиться, особенно в северо-западных районах. Понижение значений W , которое может быть вызвано значительным превышением расходной составляющей почвенных влагозапасов над приходной составляющей, получено в основном для первых декад вегетационного периода при варианте климата $2CO_2$.

Результаты количественной оценки агроклиматических условий вегетации яровой и озимой пшеницы на территории Казахстана, ожидаемые по сценарию климата $2CO_2$, приводятся в таблице 3. Оценка выполняется как по частным ресурсным показателям, так и по интегральному показателю будущих условий выращивания зерновых. Расчеты показателей выполнены в динамике за вегетационный период и отражают суммарные агроклиматические условия на тридцатые, шестидесятые, девяностые сутки вегетационного периода яровой пшеницы и на десятые, сороковые, семидесятые сутки весенне-летней вегетации озимой пшеницы.

Так, по модели урожайности зерновых максимальное увеличение показателя условий светообеспеченности посевов яровых зерновых Q ожидается на западе ко второй половине вегетации (108 - 111 %). На востоке и юго-востоке значение Q может понизиться до 99 - 97 % от базового варианта условий ($1CO_2$). Условия влагообеспеченности (W) посевов яровых зерновых, рассчитанные по модели урожайности, могут ухудшиться в целом за вегетационный период до 87 - 81 % по сравнению с современными. Наиболее жесткие условия влагообеспеченности яровой пшеницы могут складываться в межфазный период выход в трубку-колошение (84 - 87 %) и на западе до 58 % от современного уровня. Для озимой пшеницы существенное ухудшение условий влагообеспеченности может отмечаться в западных районах - 74 % от современных. На востоке можно ожидать незначительного снижения влагообеспеченности - до 93 - 96 %. На юго-востоке влагообеспеченность посевов озимых может повыситься и составить 103 - 109 % от современного уровня. Условия термического режима T для роста, развития и формирования продуктивности яровых зерновых за вегетационный период могут сместиться в сторону неблагоприятных - до 72 - 62 % от базового уровня. Для озимой пшеницы они предвидятся на уровне 77 - 80 % (северная половина) и 86 % (юго-восток) от современных. В целом, агроклиматические условия вегетации яровой пшеницы, с учетом основных факторов природной среды, могут ухудшиться до 56 - 59 % по

сравнению с их современным уровнем. Для озимой пшеницы условия могут оставаться на уровне 75 - 78 %, на юго-востоке 92 % от современных.

Рассчитанное по модели возможное понижение урожайности зерна яровой пшеницы, связанное с глобальными изменениями климата, ожидается до 41- 44 % по северной половине земледельческой зоны Казахстана (табл. 3). Для озимой пшеницы возможное понижение составит 22 - 27 % (северная половина) и 7 - 8 % (юго-восточные районы). Эти оценки связаны с прямым воздействием климата. Они приводятся по отношению к среднему уровню среднеобластных урожайностей зерна в Казахстане на конец 90-х годов.

Однако, в отдельные годы урожайность пшеницы на территории Казахстана, под влиянием изменения климата, может понижаться и более значительно. Причина этому - возможное усиление интенсивности атмосферной засухи, особенно в период налива зерна, которое периодически отмечается в зерновых районах и в условиях современного климата. Экстремальность условий периода налива зерна характеризует показатель D (см. формулу 1 и табл. 3).

Расчеты показали, что условия вегетационного периода зерновых только за счет этого показателя могут ухудшаться до 50- 70 % и ниже от существующих. Однако, на уровне этой работы оценить количественный вклад этого показателя в будущий урожай зерна можно только приближенно. Об атмосферной засухе в условиях будущего климата, как явлению локальном и неперiodическом, ее влиянии на урожайность зерновых, можно рассуждать только в вероятностной форме.

Меры по адаптации объекта к изменяющимся условиям внешней среды обычно подразделяются на пассивные и активные. К пассивным можно отнести меры по саморегуляции живого организма, в данном случае растения, к меняющимся условиям климата, или меры с ограниченным участием человека. К такой группе мер по адаптации относится возможное смещение сроков начала весенней вегетации у озимой пшеницы после перезимовки. Это смещение связано с более ранними

Таблица 3

Возможные изменения агроклиматических условий (Z) по межфазным периодам и урожайности (т/га) зерновых по областям Казахстана с изменением климата (версия 2CO2, модель GFDL)

Культура	Всходы (начало весенней вегета- ции) - трубка				Всходы (начало весенней вегета- ции) - колошение				Всходы (начало весенней вегета- ции - созревание					урожайность
	Q	T	W	C	Q	T	W	C	Q	T	W	C	D	
	Западно-Казахстанская													
Яровая пшеница	108	90	61	59	105	74	58	46	103	66	81	58	22	0,46(0,82)
Озимая пшеница	111	95	74	78	108	84	80	72	106	77	85	65	47	0,78(1,20)
	Костанайская													
Яровая пшеница	104	94	93	87	101	81	70	57	101	72	87	53	43	0,50(0,94)
	Семипалатинская													
Яровая пшеница	100	93	88	82	99	72	84	60	99	62	85	52	21	0,42(0,80)
Озимая пшеница	100	95	97	92	100	88	94	81	99	80	94	76	58	0,65(0,85)
	Алматинская													
Озимая пшеница	100	95	109	104	100	90	105	94	99	88	103	88	70	1,70(1,93)

В скобках урожайность по тренду на 1990 г.

датами схода снежного покрова и повышения температуры воздуха весной при потеплении климата. Условно пассивными мерами можно назвать и возможное смещение сроков сева яровой пшеницы на более ранние календарные даты, которые непосредственно связаны с изменением температурно-влажностного режима воздуха и почвы для прорастания семян и появления всходов. Вторая группа (активных) мер по адаптации объекта к возможным изменениям климата объединена активной ролью человека, существенным вкладом в них материальных и трудовых ресурсов. Это интенсивные меры по адаптации.

Проведенные исследования по оценке возможной уязвимости зерновых на территории Казахстана под влиянием изменения климата показали, что основными лимитирующими факторами устойчивости будущего зернового хозяйства Казахстана являются возможное повсеместное ухудшение условий увлажненности, термического режима вегетационного периода зерновых, усиления атмосферной засухи на рассматриваемых зерносеющих территориях республики. Многообразии почвенноклиматических микрзон, их биоклиматический потенциал, набор изученных агротехнических приемов и генетические возможности местных селекционных сортов зерновых культур позволяют определить и выбрать основные мероприятия по адаптации зернового хозяйства и снизить возможное негативное влияние изменений климата Казахстана (таблица 4).

Нужно отметить, что в практике земледелия Казахстана накоплен достаточный опыт борьбы с неблагоприятными для зерновых условиями современного климата. В частности многократно доказана роль чистого, кулисного, удобренного парового поля, как главного агротехнического приема накопления влаги в борьбе с почвенной засухой [12]. Результаты исследования показывают, что посевы по чистому пару за счет накопленной влаги в почве лучше переносят засуху, чем посевы в севооборотах без поля с чистым паром. В засушливые годы выход зерна с гектара площади в трехпольном зернопаровом севообороте выше на 25 % и более, чем в двух- и четырехпольном [5].

Таблица 4
 Формы возможной взаимосвязи и мер по адаптации зерновых под влиянием изменения климата на территории Казахстана (кодировка ЕДЛ, сценарий 2С02)

Эффективность мер по адаптации	Меры по адаптации (интенсивные)	Формы взаимосвязи и изучения условий
--------------------------------	---------------------------------	--------------------------------------

КрОСВЯ ПИЕНИЦА

1 Улучшение условий выращивания зерновых в северных районах Казахстана и территории Казахстана - увеличение площади посева; - селекционирование на морозоустойчивость; - разрабатывание гибридов зерновых культур

- селекционирование на морозоустойчивость; - разрабатывание гибридов зерновых культур

- селекционирование на морозоустойчивость; - разрабатывание гибридов зерновых культур

- селекционирование на морозоустойчивость; - разрабатывание гибридов зерновых культур

- селекционирование на морозоустойчивость; - разрабатывание гибридов зерновых культур

2 Повышение интенсивности атмосферной влаги
 3 Улучшение условий уборки зерновых за счет применения минеральных удобрений

Повысится урожайность зерна на 20-25 %
 Улучшатся условия прорастания семян и взаимосвязи всхожести
 Повысится урожайность зерна на 15-25 %
 Повысится урожайность зерна на 5-7 %
 Ускорится созревание посевов на 4-5 суток

осаждов в виде-центре
 минерального количества

Формы возможной уязвимости и мер по адаптации зерновых под влиянием изменения климата на территории Казахстана (модель GFDL, сценарий 2С02)

Формы уязвимости и улучшения условий	Меры по адаптации (интенсивные)	Эффективность мер по адаптации
4 Уменьшится вероятность повреждения зерна ранними осенними заморозками		Улучшится качество зерна его семенные и товарные кондиции
ОЗИНАЯ ПШЕНИЦА		
1 Ухудшение условий увлажнения и термического режима в период весенне-летней вегетации	<p>Применение влагосберегающих технологий:</p> <ul style="list-style-type: none"> - увеличение площади па-ров; - подбор засухоустойчивых сортов <p>Весенние подкормки азотными удобрениями</p>	<p>Повысится урожайность зерна на 20-25 %</p> <p>Повысится урожайность зерна на 10 - 12 %</p> <p>Улучшатся условия укоренения, развития посевов, повысится урожайность</p> <p>Активная вегетация весной</p> <p>Повысится эффективность внесения азотных удобрений весной</p> <p>Уменьшится вероятность вымерзания посевов</p>
2 Улучшение условий увлажнения посевов в осенний период всходы-кущение за счет повышенного количества осадков в августе-октябре		
3 Улучшение условий перезимовки за счет повышенных температур воздуха в зимние месяцы		

Так, в условиях современного климата северо-западного региона рекомендованы четырех-, пяти- и шестипольные севообороты. В этой связи адаптация зернового хозяйства в перспективе более благоприятно может протекать в трех- и четырехпольных севооборотах с площадью паровых полей 33 - 25 % соответственно. При этом увеличение площади под чистым паром будет иметь большую значимость для яровой пшеницы в северо-западных районах, а для озимой пшеницы - в юго-восточных на богарных землях. Прибавка урожая за счет увеличения площади под чистым паром может составлять до 0,15 т/га. Внедрение новых засухоустойчивых сортов пшеницы может обеспечивать повышение урожайности в пределах 5 - 7 % для яровой и 10 - 12 % для озимой [3]. Существенную роль в борьбе с почвенной засухой могут иметь меры по снегозадержанию. За счет снегозадержания на полях может быть накоплено дополнительно до 20 - 30 мм твердых осадков, что гарантирует прибавку зерна от 0,10 до 0,15 т/га. При некотором сдвиге атмосферных осадков на вторую половину вегетации яровой пшеницы могут усложниться условия проведения уборочных работ. В этом случае имеется возможность сева яровой пшеницы на 10 суток раньше и использование более скороспелых сортов. Применение фосфорных удобрений укоряет созревание пшеницы на 4 - 5 суток [3]. Также, для смягчения условий будущего климата возможны дополнительные агротехнические приемы, такие как регулирование норм высева семян, отсюда проективного покрытия почвы растениями, глубины заделки семян в почву, выбор направления рядков в посевах (с севера на юг) с целью рационального использования посевами фотосинтетически активной радиации. Так, например, при усилении почвенной засухи в ранний весенний период семена яровой пшеницы рекомендуется заделывать в почву на 1,5 - 2 см глубже обычного. Наряду с возможным ухудшением условий вегетации зерновых, связанного с потеплением и аридизацией климата, нужно отметить и сопутствующие положительные моменты его влияния (табл. 4). Это возможное исчезновение ранних осенних заморозков на

территории северной половины Казахстана в период созревания зерна яровой пшеницы, отсюда улучшение его товарных и семенных кондиций. Для озимой пшеницы повсеместно по территории возможно улучшение увлажненности в период осеннего кушения за счет смещения осадков на вторую половину года. В этом случае повышается эффективность весенней подкормки нормально раскустившихся посевов азотными удобрениями. Также с повышением температуры воздуха в зимние месяцы может уменьшиться вероятность вымерзания озимых.

Итогом возможных отрицательных и положительных воздействий измененного климата на зерновые могут быть меры по кардинальному изменению структуры посевных площадей под зерновыми на территории Казахстана с расширением их под озимую пшеницу, особенно в северо-восточных и северных областях. Эта мера с учетом агро-ландшафтного размещения посевов озимых [1] может гарантировать дополнительную прибавку урожайности зерновых порядка 0,2 - 0,3 т/га (таблица 4). Кроме того, такой мощный резерв смягчения последствий измененного климата, как минеральные удобрения, в условиях современного климата обеспечивает прибавку урожайности пшеницы на полях Казахстана порядка 15 - 25 %.

Наконец, глобальные изменения климата можно значительно смягчить путем увеличения лесистости территории республики. Так, согласно Национальной программе "Леса Казахстана" к 2005 году планируется увеличение лесистости с 3,7 до 4,6 %. Также согласно Концептуальной программе развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан до 2000 года, предусматривается ежегодное на 5 - 6 млн га уменьшение площади пашни [3]. На этих землях в перспективе может быть восстановлена многолетняя травянистая и кустарниковая растительность, что также может улучшить кислородный баланс и оздоровить окружающую среду.

Полученные авторами результаты по оценке уязвимости зерновых в Казахстане в целом сравнимы с результатами оценки потенциальной продуктивности

зерновых для Казахстана, выполненной О.Д. Сиротенко и др. по модели GFDL (2CO_2) при современных условиях концентрации CO_2 и плодородии почвы [8]. Однако, необходимо отметить, что полученные количественные и качественные оценки возможной уязвимости зерновых культур отражают только прямое влияние измененного климата. Вместе с тем, уже сегодня ясно, что задачи по оценке влияния парникового эффекта на растениеводство нужно решать комплексно с учетом роста концентрации углекислого газа, озона, изменения уровня агротехники и других факторов [8, 9]. По мнению этих авторов обогащение атмосферы углекислотой является мощным фактором, способным снять отрицательное воздействие возможной аридизации климата. Однако, стимулирующий эффект роста содержания CO_2 на продуктивность растениеводства может быть в значительной степени сглажен и одновременным повышением концентрации озона в нижних слоях атмосферы.

Проведенные авторами исследования позволили сделать ряд следующих выводов.

Подтверждается версия достаточной уязвимости посевов зерновых на территории Казахстана, связанная с возможным глобальным потеплением и аридизацией климата (модель GFDL, США). Эффект прямого влияния измененного будущего климата может проявляться по территории Казахстана по-разному. Наиболее уязвимыми могут оказаться поля под зерновыми западных областей, в наименьшей степени юго-восточных, и более значительно могут пострадать посевы яровой пшеницы по сравнению с озимой. Комплекс интенсивных мер по адаптации зернового хозяйства может компенсировать возможные потери зерна за счет прямого влияния изменения климата. Полученные результаты по оценке возможной уязвимости зерновых на территории Казахстана с использованием модели теории климата GFDL должны уточняться результатами моделирования по другим альтернативным моделям климата и урожайности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азаров Н.К. Рельеф и снежная мелиорация // Вестник сельскохозяйственной науки. - 1993. - N 2. - С. 19-26.
2. Ветровая эрозия и плодородие почв // Тр. ВАСХНИЛ - М.: Колос, 1976. - С. 103-115.
3. Концептуальная программа развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 1993-1995 гг. и до 2000 г. // Под ред. Г.А. Калиева - Алматы: НИЦ Бастау, 1994.-313 с.
4. Лебедь Л.В., Беленкова З.С. Агроклиматические прогнозы и расчеты урожайности зерновых в Казахстане в современных условиях хозяйствования // Тр. КазНИГМИ - 1991. - Вып. 110. - С. 115-121.
5. Нормативы прибавки урожая зерновых культур высеваемых по чистым парам в засушливых районах страны на 1976- 1980 гг. / Всесоюзный научно-исследовательский институт зернового хозяйства.- Шортанды: 1975. - 9 с.
6. Полевой Л.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. - Л.: Гидрометеоиздат, 1988. - 155 с.
7. Предстоящие изменения климата // Совместный советско-американский отчет о климате и его изменениях / Под ред. М.И.Будыко, Ю.А. Израэля - Л.: Гидрометеоиздат, 1991. - 271 с.
8. Сиротенко О.Д., Абашина Е.В. Влияние глобального потепления на агроклиматические ресурсы и продуктивность сельского хозяйства России // Метеорология и гидрология. - 1994. - N 4. - С. 101-112.
9. Сиротенко О.Д., Павлова В.Н. Парниковый эффект и продовольственная проблема России // Метеорология и гидрология . - 1994.- N 7. - С. 5 - 16.
10. Тооминг Х. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. - Л.: Гидрометеоиздат, 1984. - 263 с.
11. Чичасов Г. Н. Об изменении климата и его последствиях в Казахстане / Алматы, 1994. - 50 с. - Деп. В КазГосИНТИ. 6.10.94, N 5533-К-94.

12. Яровая пшеница в Северном Казахстане / Под ред. А.И.Бараева. - Алма-Ата: Кайнар, 1976. - 195 с.

Казахская Академия сельскохозяйственных наук

Казахский научно-исследовательский институт мониторинга окружающей среды и климата

ҚАЗАҚСТАН ТЕРРИТОРИЯСЫНДА КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРУ
МҮМКІНДІГІНЕ БАЙЛАНЫСТЫ АСТЫҚ ӨСІМДІКТЕРІНІҢ
ЫҚТИМАЛДЫЛЫҒЫН ЖӘНЕ ҚАЛЫПТАСУЫН БАҒАЛАУ

ҚР АШҒА акад. Э.Ф.Госсен
Геогр. ф. канд. Л.В.Лебедь

Қазақстан территориясындағы агроклиматтық ресурстар және жаздық бидай мен күздік бидай өнімділіктері өзгеруінің мүмкіншілігін бағалаудың жеке нәтижелері климаттың парник әсерінен болатын потенциалды өзгерісінің (атмосферадағы көмірқышқыл газының екі есе өсу климат сценаріі бойынша АҚШ GFDL климат моделі) байланысы арқылы келтіреді. Республиканың астық шаруашылығын қалыптастыру үшін күшейтілген шаралар комплексі климаттың өзгеруіне тигізетін тікелей зиян әсерлерінің орнын толтыра алатыны көрсетілген.