

# АГРОКЛИМАТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ВОЗМОЖНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА НА АРЕАЛ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЗДНЕСПЕЛЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА

Лилия ЦЭРАНУ<sup>1</sup>, Василий СКОРПАН<sup>2</sup>, Владимир ТОДЕРАШ<sup>3</sup>, Татьяна МИРОНОВА<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Институт экологии и географии АН Молдовы,

<sup>2</sup> Офис «Изменение Климата» при Министерстве окружающей среды,

<sup>3</sup> Институт защиты растений и экологического земледелия,

<sup>4</sup> Государственная гидрометеорологическая служба Республики Молдовы

*S-a relatat, că prelungirea perioadei de vegetație și în consecință, creșterea sumei temperaturilor active și/sau efective, ar urma să contribuie către anii 2010-2039, la sporirea arealului de cultivare a hibridilor de porumb semitardivi ( $\sum T_{ак} > 10^{\circ}C - 2950^{\circ}C$ ), cu un potențial de productivitate mai mare decât omologii lor timpurii, practic pe întreg teritoriul Republicii Moldova. Către anii 2040-2069, ca urmare a unor eventuale modificări în regimul termic, va crește în mod semnificativ suprafața de cultivare a hibridilor de porumb tardivi ( $\sum T_{ак} > 10^{\circ}C - 3200^{\circ}C$ ), în comparație cu perioada de bază (1961-1990). Ceea ce va spori capacitatea de adaptare și productivitatea a porumbului ca cultură agricolă. Urmează a se ține cont și de faptul, că măsuri de adaptare în cadrul sistemele de producție a cerealelor, precum modificarea compoziției de soiuri și termenilor de însămânțare, permit a evita scăderea productivității cu circa 10-15%, ceea ce ar corespunde unei creșteri a temperaturii la nivel local cu circa 1-2<sup>o</sup> C.*

*It was revealed that a further increase of the length of vegetation period and respectively, of the sum of active and/or effective temperatures, would allowed by the years of 2010-2039 the cultivation of semi-tardy corn hybrids ( $\sum T_{ак} > 10^{\circ}C - 2950^{\circ}C$ ) with a greater productivity potential than their earlier counterparts, by almost the entire territory of the Republic of Moldova. By the years of 2040-2069, as a result of expected changes in the thermal regime, there will increase significantly the cultivation area of tardy maize hybrids ( $\sum T_{ак} > 10^{\circ}C - 3200^{\circ}C$ ), comparative with the base period (1961-1990). This will increase the adaptation potential and the productivity of maize as a crop. In general, in the respective agricultural systems, such adaptations measures as changes in sort composition and of the planting periods, allows avoiding the yield decline in productivity by circa 10-15%, which corresponds to a local temperature rise by 1-2<sup>o</sup> C.*

Урожайность культурных растений находится в прямой зависимости от длины периода, в течение которого они могут вести фотосинтетический процесс и накапливать биомассу. Эта зависимость характерна и для кукурузы. В частности, длина вегетационного периода и сумма активных и/или эффективных температур определяет группу спелости гибридов кукурузы, которые могут выращиваться в конкретных климатических условиях, а также их потенциальную урожайность.

Позднеспелые гибриды, как правило, более продуктивны по сравнению с раннеспелыми гибридами, произрастающими в равных условиях. Наиболее урожайными в климатических условиях Молдовы являются среднеспелые и среднепозднеспелые гибриды [1].

С увеличением периода активной вегетации и соответственно ростом сумм активных и/или эффективных температур появляется возможность возделывать гибриды более поздних сроков созревания, что позволяет повысить адаптационный потенциал и урожайность кукурузы как культуры в целом. Так как в среднем в системах выращивания зерновых такие меры адаптации как изменения сортового состава и времени посадки позволяют избежать 10-15% снижения урожайности, что соответствует местному повышению температуры на 1-2<sup>o</sup>C [2].

Поэтому целью представленной работы был анализ возможного расширения ареала возделывания наиболее продуктивных среднепозднеспелых и позднеспелых гибридов кукурузы на территории Республики Молдова в результате будущих изменений продолжительности вегетационного периода и как следствие сумм активных и/или эффективных температур для трех временных периодов, согласно моделям CSIRO-Mk2, HadCM2, ECHAM4, относительно базового периода 1961-1990гг.

## Материалы и методы

Известно, что кукуруза требует более продолжительного вегетационного периода и более чувствительна к погодным условиям, чем другие зерновые культуры. В одних исследованиях за нижний порог вегетации кукурузы принята температура воздуха 10<sup>o</sup>C [3-7], в других -13<sup>o</sup>C [8-10].

---

*Цэрану Л., Скорпан В., Тодираш В., Миронова Т. Агроклиматическая оценка воздействия возможных изменений термического режима на ареал возделывания позднеспелых гибридов кукурузы на территории Республики Молдова. Transferul de inovații în activitatea agricolă în contextul schimbării climei și dezvoltării durabile. Materiale conferinței Internaționale Moldova, Chișinău 11-13 noiembrie 2009. Ch.: Bons Offices. P. 400-409.*

Нами в качестве агроклиматических индексов степени пригодности термического режима для возделывания кукурузы различных групп спелости выбраны: даты перехода средней суточной температуры воздуха через  $10^{\circ}\text{C}$  весной и осенью; продолжительность периода вегетации с температурами выше  $10^{\circ}\text{C}$ ; суммы активных и/или эффективных температур выше  $10^{\circ}\text{C}$ . Для данных агроклиматических индексов были рассчитаны проекции изменений согласно моделям Глобальной Циркуляции атмосферы и океана (GCM) – CSIRO-Mk2, HadCM2 и ECHAM4, для трех временных периодов (2010-2039гг., 2040-2069гг., 2070-2099гг.) относительно базового периода 1961-1990 гг.

Сценарии GCM доступны в архиве Hadley Center for Climate Prediction and Research [http://ipcc-ddc.cru.uea.ac.uk/is92/gcm\\_data.html](http://ipcc-ddc.cru.uea.ac.uk/is92/gcm_data.html) (DDC GCM Data Archive).

Пространственная оценка возможного расширения ареала возделывания среднепозднеспелых и позднеспелых гибридов кукурузы на территории Республики Молдова в результате будущих изменений термического режима выполнена с помощью компьютерной программы EcoClass [11, 12]. Программа на основе ГИС технологий позволяет генерировать карты пространственного и временного распределения агроклиматических индексов для базового климата и различных сценариев изменения климата.

Основными входными данными программы являются: средние суточные температуры воздуха за 1961-1990 гг.; среднее суточное количество выпадающих осадков за 1961-1990 гг.; сценарии изменения климата, которые включают в себя модели Глобальной Циркуляции атмосферы и океана (GCM) - CSIRO-Mk2, HadCM2 и ECHAM4.

## Результаты и обсуждение

С температурными условиями роста и развития кукурузы тесно связаны вопросы агроклиматического районирования этой культуры. Для нормального прохождения онтогенеза (от прорастания семян до полного созревания зерна) растения кукурузы должны получить определенную сумму тепла. Эта сумма складывается из среднесуточных температур за период вегетации, за исключением дней со среднесуточной температурой ниже  $10^{\circ}\text{C}$ , причем сорта и гибриды кукурузы, различающиеся по длине вегетационного периода, требуют разной суммы температур.

В ряде работ [13, 9, 10, 3, 4, 6, 7, 14 и др.] представлены суммы активных или эффективных температур воздуха, необходимые для достижения растениями кукурузы определенных фаз развития, в том числе и физиологической зрелости зерна, разных по скороспелости гибридов.

В качестве примера можно привести классификацию Д.И. Шашко [цит. по 6] полученную в результате анализа опубликованных материалов и собственных исследований табл.1.

Пользуясь данными представленными в табл. 1, а также суммой активных температур  $\sum T_{ак} > 10^{\circ}\text{C}$ , можно в первом приближении определить возможные зоны возделывания различных по скороспелости сортов и гибридов кукурузы.

Для верности расчетов лучше пользоваться биоклиматическими температурами. *Биоклиматическая сумма температур – это сумма биологических температур, увеличенная на определенное число для гарантии полного созревания урожая (или наступления нужной фазы вегетации).* Так, например, позднеспелый гибрид LG 25.33 (LZM 549/06) на зерно можно возделывать только южнее  $\sum T_{ак} > 10^{\circ}\text{C} - 3200^{\circ}\text{C}$ ; среднеспелый гибрид PORUMBENI 375 AMRf южнее  $\sum T_{ак} > 10^{\circ}\text{C} - 2800^{\circ}\text{C}$ ; скороспелые сорта и гибриды южнее  $\sum T_{ак} > 10^{\circ}\text{C} - 2400^{\circ}\text{C}$ . Севернее этой линии возделывание кукурузы на спелое зерно гарантировать нельзя, там ее можно возделывать только на силос или на зеленый корм.

Для сравнительной оценки потребности в тепле различных гибридов кукурузы часто используют биологический показатель – число листьев на главном стебле [13]. Выявлено, что этот признак скороспелости сорта (гибрида) у кукурузы тесно связан с суммой эффективных температур  $\sum T_{эф} > 10^{\circ}\text{C}$ .

*Средние суточные температуры преобразуют в эффективные путем вычитания из каждого среднесуточного показателя биологического минимума (т.е. температуры  $10^{\circ}\text{C}$ ) и затем полученные температуры суммируют за период вегетации).*

Вместе с тем в южных районах температура в дневные часы нередко превышает 30°C, когда рост и развитие растений заметно подавляется, такие температуры называются балластными и их тоже необходимо учитывать.

**Таблица 1.** Потребность в тепле различных гибридов (сортов) кукурузы по фазам вегетации по Д. И. Шашко

Группа сортов и гибридов по скороспелости	Период вегетации	Сумма температур (в °С)	
		биологических	биоклиматических
Самые скороспелые (Белоярское пшено и др.)	Посев – выметывание	1100	1350
	Посев – молочная спелость	1700	1950
	Посев – полная спелость	2100	2350
Скороспелые (Безенчукская 41 и др.)	Посев – выметывание	1200	1450
	Посев – молочная спелость	1800	2050
	Посев – полная спелость	2200	2450
Среднеранние (Харьковская 23 и др.)	Посев – выметывание	1300	1550
	Посев – молочная спелость	2000	2250
	Посев – полная спелость	2500	2650
Средние (ВИР 25 и др.)	Посев – выметывание	1400	1650
	Посев – молочная спелость	2100	2350
	Посев – полная спелость	2500	2750
Среднепоздние (Краснодарский 4 и др.)	Посев – выметывание	1500	1750
	Посев – молочная спелость	2200	3450
	Посев – полная спелость	2700	2950
Поздние (ВИР 166 и др.)	Посев – выметывание	1600	1850
	Посев – молочная спелость	2300	2550
	Посев – полная спелость	2900	3150

Рассчитано уравнение позволяющее переходить от  $\sum T_{эф} > 10^{\circ}\text{C}$  (x) к сумме безбалластных эффективных температур (y). Эта связь представлена уравнением:  $y = 0.74x + 140$ . Пользуясь этим уравнением можно легко рассчитать эффективные безбалластные температуры для любого периода развития кукурузы в любом районе ее возделывания [15].

Пользуясь суммой активных и/или эффективных температур можно также прогнозировать возможность применения пожнивных посевов. Результаты исследований [16] показали, что сумма эффективных температур  $\sum T_{эф} > 10^{\circ}\text{C}$  в Центральных и Южных зонах от уборки озимых культур (первая декада июля) до наступления заморозков прекращение вегетации кукурузы (первая декада октября) составляет 800-860°C. За этот период раннеспелые гибриды могут достигнуть фазы восковой спелости зерна (820-840°C), а среднеранние и среднепоздние молочно-восковой спелости (850-880°C).

В будущем климате Молдовы за счет более раннего наступления весны и удлинения осени, можно ожидать существенного увеличения продолжительности вегетационного периода табл. 2.

Средняя многолетняя наблюдаемая продолжительность вегетационного периода, с активными температурами выше 10°C составила: от 173 дней на севере республики (метеостанция Бричаны) до 182 дней на юге (метеостанция Кагул) для базового периода 1961-1990 гг. Согласно расчетам период активной вегетации с температурами выше 10°C возможно увеличится к 2010-2039 годам в северных районах республики на 6-9 дней согласно сценариям изменения климата ECHAM и HadCM2 и/или 20 дней по модели CSIRO-Mk2. В центральных и южных районах продолжительность периода активной вегетации с температурами выше 10°C согласно всем сценариям изменения климата увеличится на 21-26 дней. Причем продолжительность активной вегетации с температурами выше 10°C будет увеличиваться как за счет наступления ранней весенней вегетации, так и за счет более позднего окончания вегетации осенью. В последующих временных периодах тенденция к росту вегетационного периода с активными температурами выше 10°C сохранится.

К концу 2099 года изучаемый период увеличится уже в северных районах республики на 29-32 дня согласно сценариям изменения климата HadCM2 и CSIRO-Mk2 и/или 43 дня по модели ECHAM4. В центральных и южных районах продолжительность периода активной вегетации с

температурами выше 10<sup>0</sup>С согласно всем сценариям изменения климата увеличится на 47-59 дней.

**Таблица 2.** Проекция изменения даты перехода температуры воздуха через 10<sup>0</sup>С и продолжительности периода с температурами выше 10<sup>0</sup>С, относительно базового периода (1961-1990 гг.) для трех временных периодов согласно моделям CSIROmk2, HadCM2 и ECHAM4

Метеостанция	CSIROMk2			HadCM2			ECHAM4		
	Весна	Осень	(+/-) к 1961-1990	Весна	Осень	(+/-) к 1961-1990	Весна	Осень	(+/-) к 1961-1990
<b>2010-2039</b>									
Бричаны	06.04	15.10	+20	21.04	19.10	+9	20.04	15.10	+6
Кишинев	30.03	19.10	+24	08.04	23.10	+20	04.04	20.10	+21
Кагул	29.03	22.10	+26	06.04	26.10	+22	29.03	22.10	+26
<b>2040-2069</b>									
Бричаны	04.04	21.10	+28	21.04	25.10	+15	04.04	19.10	+26
Кишинев	29.03	26.10	+33	04.04	31.10	+32	27.03	26.10	+35
Кагул	27.03	31.10	+37	01.04	01.11	+33	26.03	07.11	+45
<b>2070-2099</b>									
Бричаны	01.01	22.10	+32	07.04	25.10	+29	25.03	26.10	+43
Кишинев	29.03	07.11	+45	04.04	13.11	+45	21.03	12.11	+58
Кагул	28.03	12.11	+48	30.03	13.11	+47	18.03	13.11	+59

**Примечание.** Среднегодовная наблюдаемая дата перехода температуры воздуха через 10<sup>0</sup>С и продолжительность периода с температурами выше 10<sup>0</sup>С для базового периода 1961-1990гг: Бричаны - весной 22.04, осенью 10.10 (173 дня); Кишинев - весной 20.04, осенью 16.10 (179 дней); Кагул - весной 21.04, осенью 19.10 (182 дня) соответственно.

Динамика временной изменчивости обеспеченности территории Республики Молдова активными и/или эффективными температурами для трех временных периодов согласно моделям CSIRO-Mk2, HadCM2 и ECHAM4 относительно базового периода 1961-1990 гг. представлена в табл.3.

**Таблица 3.** Проекция изменения сумм активных и/или эффективных температур воздуха выше 10<sup>0</sup>С, относительно базового периода (1961-1990 гг.) для трех временных периодов согласно моделям CSIRO-Mk2, HadCM2 и ECHAM4

Метеостанция	CSIRO-Mk2				HadCM2				ECHAM4			
	$\sum T_{ак} > 10^0С$	(+/-) к 1961-1990	$\sum T_{эф} > 10^0С$	(+/-) к 1961-1990	$\sum T_{ак} > 10^0С$	(+/-) к 1961-1990	$\sum T_{эф} > 10^0С$	(+/-) к 1961-1990	$\sum T_{ак} > 10^0С$	(+/-) к 1961-1990	$\sum T_{эф} > 10^0С$	(+/-) к 1961-1990
<b>2010-2039</b>												
Бричаны	3224	+479	1294	+269	3174	+429	1354	+329	3126	+381	1336	+311
Кишинев	3719	+554	1679	+304	3758	+593	1728	+353	3712	+547	1713	+338
Кагул	3788	+566	1708	+306	3798	+376	1758	+356	3824	+602	1744	+342
<b>2040-2069</b>												
Бричаны	3504	+759	1494	+469	3507	+762	1627	+602	3513	+768	1523	+498
Кишинев	4025	+860	1904	+529	4134	+969	2024	+649	4066	+901	1926	+551
Кагул	4121	+899	1931	+529	4207	+985	2057	+655	4234	+1012	1964	+562
<b>2070-2099</b>												
Бричаны	3763	+1018	1714	+689	3837	+1092	1817	+792	4117	+1372	1967	+942
Кишинев	4379	+1214	2139	+764	4523	+1358	2233	+858	4715	+1550	2406	+1031
Кагул	4472	+1250	2172	+770	4564	+1342	2274	+872	4861	+1639	2451	+1049

**Примечание.** Среднегодовная наблюдаемая сумма активных и эффективных температур для базового периода 1961-1990гг:  $\sum T_{ак} > 10^0С$  - Бричаны (2745<sup>0</sup>С); Кишинев (3165<sup>0</sup>С); Кагул (3222<sup>0</sup>С).  $\sum T_{эф} > 10^0С$  - Бричаны (1025<sup>0</sup>С); Кишинев (1375<sup>0</sup>С); Кагул (1402<sup>0</sup>С).

Если в базовом периоде многолетняя средняя наблюдаемая температура сумма активных температур  $\sum T_{ак} > 10^0С$  изменялась от 2745<sup>0</sup>С в северных районах (метеостанция Бричаны) до 3222<sup>0</sup>С в южных районах (метеостанция Кагул), то уже к 2040-2069 гг. верхний предел  $\sum T_{ак} > 10^0С$

базового периода согласно моделям CSIRO-Mk2, HadCM2 и ECHAM4 возможно будет перекрыт на всей территории Республики Молдова.

Это означает, что вегетация кукурузы будет проходить в совершенно новых условиях теплообеспеченности:  $\sum T_{ак} > 10^{\circ}\text{C}$  изменится от  $3504^{\circ}\text{C}$  (Бричаны) до  $4121^{\circ}\text{C}$  (Кагул), согласно модели CSIRO-Mk2 и/или от  $3513^{\circ}\text{C}$  (Бричаны) до  $4234^{\circ}\text{C}$  (Кагул) по сценарию ECHAM4. Аналогичным образом соответственно изменится и сумма эффективных температур  $\sum T_{эф} > 10^{\circ}\text{C}$  табл.3.

Подобные изменения в термическом режиме территории Республики Молдова, в частности увеличение продолжительности вегетационного периода с активными температурами выше  $10^{\circ}\text{C}$  и соответственно рост сумм активных  $\sum T_{ак} > 10^{\circ}\text{C}$  и/или эффективных  $\sum T_{эф} > 10^{\circ}\text{C}$  естественно приведут к расширению ареала возделывания среднепоздних и позднеспелых гибридов кукурузы к северу.

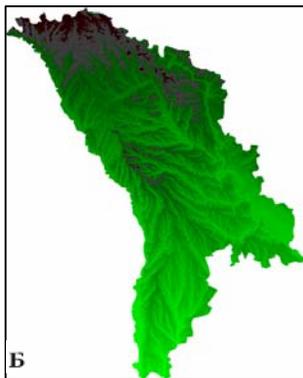
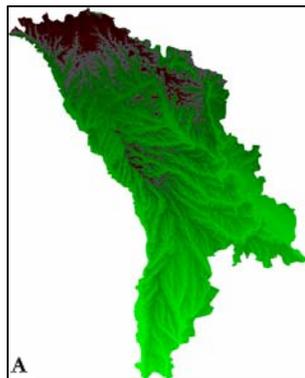
Оценка возможного расширения ареала возделывания среднепозднеспелых и позднеспелых гибридов кукурузы к будущим климатическим изменениям проведена с помощью компьютерной программы EcoClass. Для определения пригодности термического режима для возделывания среднепоздних и позднеспелых гибридов кукурузы на территории Республики Молдова использовался показатель сумма активных температур  $\sum T_{ак} > 10^{\circ}\text{C}$ , который составил  $2950^{\circ}\text{C}$  и  $3200^{\circ}\text{C}$ , соответственно.

На рис. 1-2. показаны возможные изменения в ареале возделывания среднепоздних и позднеспелых гибридов кукурузы для базового периода 1961-1990 гг. и трех временных периодов согласно модели CSIRO-Mk2. Будущее увеличение продолжительности вегетационного периода и соответственно сумм активных и/или эффективных температур позволит перейти уже к 2010-2039 гг. к выращиванию практически на всей территории Республики Молдова среднепозднеспелых гибридов кукурузы (табл. 2, 3; Рис.1.), обладающих более высокой потенциальной урожайностью, чем их скороспелые аналоги. К 2040-2069 гг. в результате возможных изменений в термическом режиме согласно модели CSIRO-Mk2 значительно увеличится и ареал возделывания позднеспелых гибридов кукурузы ( $\sum T_{ак} > 10^{\circ}\text{C}$  -  $3200^{\circ}\text{C}$ ), относительно базового периода 1961-1990гг. (табл. 2, 3; Рис.2).

## Выводы

Проведенные исследования показали, что будущее увеличение продолжительности вегетационного периода и соответственно сумм активных и/или эффективных температур позволит перейти уже к 2010-2039 гг. к выращиванию практически на всей территории Республики Молдова среднепозднеспелых гибридов кукурузы ( $\sum T_{ак} > 10^{\circ}\text{C}$  -  $2950^{\circ}\text{C}$ ), обладающих более высокой потенциальной урожайностью, чем их скороспелые аналоги. К 2040-2069 гг. в результате возможных изменений в термическом режиме значительно увеличится и ареал возделывания позднеспелых гибридов кукурузы ( $\sum T_{ак} > 10^{\circ}\text{C}$  -  $3200^{\circ}\text{C}$ ), относительно базового периода 1961-1990гг. Что позволит повысить адаптационный потенциал и урожайность кукурузы как культуры в целом. Так как в среднем в системах выращивания зерновых такие меры адаптации как изменения сортового состава и времени посадки позволяют избежать 10-15% снижения урожайности, что соответствует местному повышению температуры на  $1-2^{\circ}\text{C}$ .

*Настоящая работа выполнена в рамках проекта ЮНЕП-ГЭФ „Подготовка Второго национального сообщения Республики Молдова в соответствии с требованиями Рамочной конвенции по изменению климата Организации Объединенных Наций”.*

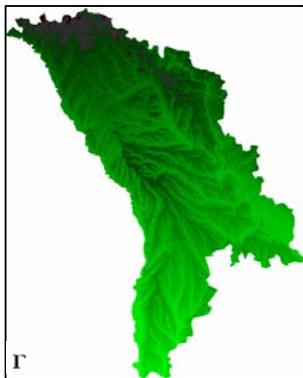
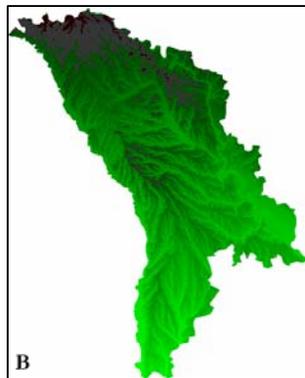
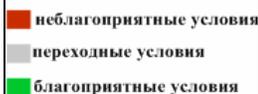


**Рис. 1.** Пространственное распределение ареала возделывания среднепозднеспелых гибридов кукурузы типа CHIȘINIOVSCHI 401 L, LG 34.09 (LZM 451/05), MOLDAVSCHI 411 MRf, MOLDAVSCHI PORUMBENI 459 MRf 425 MRf, MOLDAVSCHI 450 MRf, PORUMBENI 458 CRf и др. на территории Республики Молдова.

$$\sum T_{ак} > 10^{\circ}C - 2950^{\circ}C.$$

- А.** Базовый период 1961-1990гг.  
**Б.** CSIRO-Mk2, временной период 2010-2039гг.  
**В.** CSIRO-Mk2, временной период 2040-2069гг.  
**Г.** CSIRO-Mk2, временной период 2070-2099гг.

**Примечание:** названия гибридов и группа спелости даны согласно Национальному регистру сортов растений, 2009 [17].

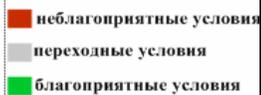
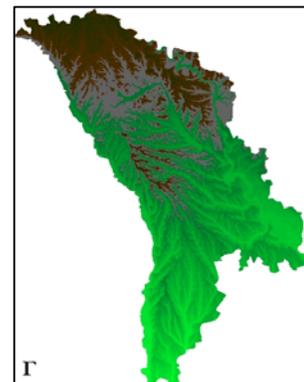
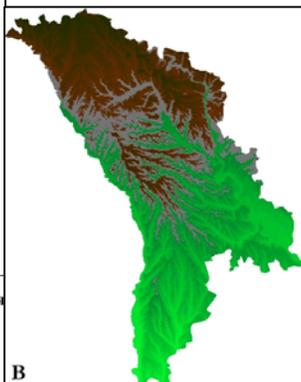
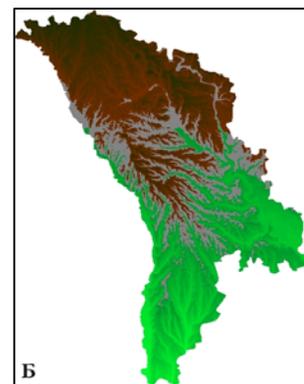
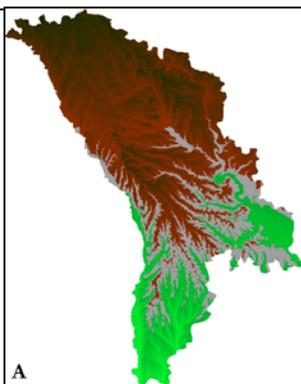


**Рис. 2.** Пространственное распределение ареала возделывания позднеспелых гибридов кукурузы типа CANTABRIS (ESM 44X), ES DIADEME (RM 23), ES SENSOR (ESM 54X), LG 25.33 (LZM 549/06), FRUCTIS (RM 25), KWS 3381 (KXA 3381), KWS AMBER (KXA 6378) на территории Республики Молдова.

$$\sum T_{ак} > 10^{\circ}C - 3200^{\circ}C.$$

- А.** Базовый период 1961-1990гг.  
**Б.** CSIRO-Mk2, временной период 2010-2039 гг.  
**В.** CSIRO-Mk2, временной период 2040-2069 гг.  
**Г.** CSIRO-Mk2, временной период 2070-2099 гг.

**Примечание:** названия гибридов и группа спелости даны согласно Национальному регистру сортов растений, 2009 [17].



## Литература

1. Коробов Р., Чалык С., Буюкли П. Оценка чувствительности растениеводства к возможному изменению климата. В кн.: Климат Молдовы в XXI веке: проекции изменений, воздействий, откликов. Кишинев, 2004. стр. 213 – 253.
2. МГЭИК, 2007: Изменение климата, 2007. Последствия, адаптация и уязвимость. Вклад Рабочей группы II в Четвертый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата [Парри М., Канциани О., Палютикофф Ж., и основная группа авторов (ред)]. МГЭИК, Женева, Швейцария, 124 стр.
3. Агрометеорологические ресурсы Молдавской ССР. Л.: Гидрометеиздат, 1982. 198с.
4. Гойса Н.И., Олейник Р.Н., Рогатченко А.Д. Гидрометеорологический режим и продуктивность орошаемой кукурузы. Л.:Гидрометеиздат, 1983. 230с.
5. Коровин А.И. Растения и экстремальные температуры. Л.:Гидрометеиздат, 1984. 271с.
6. Володарский Н.И. Биологические основы возделывания кукурузы. М.: Агропромиздат, 1986. 190с.
7. В.П. Дмитриенко, А.В. Круківська, Н. К. Строкач. Агроклиматические и агрогидрологические ресурсы. В кн.: Климат Украины, 2003. стр.279-292.
8. Neild R. E., Richman N.H. Agroclimatic normals for maize. // Agric. Meteorol. 1981. V.24. N.2. P.83-95.
9. Neild R. E. Temperature and rainfall influences on the phenology and yield of grain sorghum and maize: a comparison // Agric. Meteorol. 1982. V.27. N.1-2. P.79-88.
10. Neild R. E., Seeley M.W., Richman N.H. The computation of agriculturally oriented normals from monthly climatic summary // Agric. Meteorol. 1978. V.19. N.3. P.181-187.
11. Ministerul Mediului și Amenajării Teritoriului / PNUD Moldova (2000), Prima Comunicare Națională a Republicii Moldova elaborată în cadrul Convenției Națiunilor Unite privind Schimbarea Climei. Chișinău, 2000. 74 p.
12. Todiraș V. Modelarea impactului schimbărilor climatice la nivel regional. În: Schimbarea climei. Cercetări, studii, soluții. Culegere de lucrări. Chișinău, 2000. p.173-176.
13. Чирков Ю. И. Агрометеорологические условия и продуктивность кукурузы. Л.: Гидрометеиздат, 1969. 250с.
14. Vîlteanu G. Fitotehnie.V.1. Cereale și leguminoase. București, 2003. 537p.
15. Мищенко З.А. Агроклиматология. Киев: КНТ, 2009. 512с.
16. Мустяца С. И. Селекция раннеспелых гибридов кукурузы. Автореф. дис. д-ра хаб. сельскохоз. наук. Кишинев, 1993. 37с.
17. Registrul soiurilor de plante al Republicii Moldova. Ch.: Lumina, 2009. 115с.