Факторы риска, оценка потенциальной уязвимости и адаптации сельского хозяйства Республики Молдова к изменению климата (растениводство)

Докладчик:
Лиля Цэрану, доктор биологических наук
Оффис Изменение климата,
Министерство Окружающей Среды

Возможные воздействия изменения климата на сельское хозяйство Молдовы

Категория климата	Воздействие на сельское хозяйство	Социально – экономические воздействие
Рост температур, тепловой стресс	Изменения потребности в воде	Рост потребности в орошении; Снижение урожайности; и Изменения в ареалах (как положительные так и отрицательные) возделывания сельскохозяйственных культур. Необходимость интродукции новых видов либо сортов и гибридов устойчивых к высоким температурам и засухам
	Изменения в количестве с/х вредителей и болезней	Снижение качества воды из-а роста использования пестицидов; Снижение урожайности и качества сельскохозяйственных культур; Увеличение экономического риска; и Снижение доходов с/х производителей
	Изменения в условиях роста с/х культур	Загрязнение за счет выщелачивания питательных веществ; Потеря местных сортов и гибридов; и Изменения в семеноводстве и выращивании расады
	Изменения оптимальных условий для животноводства	Изменения в оптимальных системах ведения сельского хозяйства; и Снижение доходов с/х производителей
	Изменения в распределении культур	Изменения в системах производства с/х культур и животноводства; перемещение перерабатывающей промышлености; Снижение доходов с/х производителей и рост экономического риска

Возможные воздействия изменения климата на сельское хозяйство Молдовы (продолжение)

Категория климата	Воздействие на сельское хозяйство	Социально-экономическое воздействие
Изменения в характере осадков	Изменения гидрологического режима; и Острая нехватка воды	Риск потери качества воды; Рост риска засоления; Конфликты среди водопользователей; Увеличение забора подземных вод, хищническая эксплуатация водных ресурсов, истощение и снижение качества воды.
Экстремальные погодные явления: засухи, наводнения, ливни, сильный град	Изменения в плодородии почв, засоление, и эрозия; Повреждение, гибель с/х культур; Снижение урожайности; Конкуренция за воду; и Повышенный риск опустынивания.	Снижение качества воды за счет выщелачивания питательных веществ; Снижение доходов от выращивания с/х культур; Заброшенность земель; Увеличение расходов на чрезвычайные ситуации и дествия по востановлению; Снижение продовольственной безопасности в районах с низким экономическим развитием; и Рост цен на продовольствие.

Источник: Стратегия по адаптации к измению климата Республики Молдова, <http://clima.md/lib.php?l=ro&idc=237&>

Приоритетные риски и возможности для агро-климатических зон Республики Молдова

Детальное описание риска/возможности		Северная		Центральная		Южная
		Суб-зона I-а	Суб-зона I	Суб-зона II-а	Суб-зона II	
Риск	Изменения в посевных площадях в связи с ухудшением оптимальных условий возделывания	НИЗКАЯ	НИЗКАЯ	СРЕДНЯЯ	СРЕДНЯЯ	ВЫСОКАЯ
	Снижение урожайности озимой пшеницы и кукурузы	НИЗКАЯ	СРЕДНЯЯ	СРЕДНЯЯ	СРЕДНЯЯ	ВЫСОКАЯ
	Снижение урожайности винограда		НИЗКАЯ[1]	СРЕДНЯЯ	СРЕДНЯЯ	СРЕДНЯЯ
	Снижение урожайности плодовых	НИЗКАЯ	СРЕДНЯЯ	СРЕДНЯЯ	СРЕДНЯЯ	ВЫСОКАЯ
	Повышенный риск роста с/х вредителей, болезней и сорняков	ВЫСОКАЯ	ВЫСОКАЯ	ВЫСОКАЯ	ВЫСОКАЯ	ВЫСОКАЯ
	Снижение качества сельско	НИЗКАЯ	СРЕДНЯЯ	СРЕДНЯЯ	СРЕДНЯЯ	СРЕДНЯЯ
	Повышенный риск засух и нехватки воды	НИЗКАЯ	НИЗКАЯ	СРЕДНЯЯ	СРЕДНЯЯ	ВЫСОКАЯ
	Рост потребности в орошении	СРЕДНЯЯ	HIGH	ВЫСОКАЯ	ВЫСОКАЯ	ВЫСОКАЯ
	Почвенная эрозия, засоление, опустынивание	НИЗКАЯ	СРЕДНЯЯ	ВЫСОКАЯ	ВЫСОКАЯ	ВЫСОКАЯ
	Ухудшение условий для развития животноводства	НИЗКАЯ	СРЕДНЯЯ	СРЕДНЯЯ	СРЕДНЯЯ	ВЫСОКАЯ
	Увеличение интенсивности и частоты наводнений	НИЗКАЯ	СРЕДНЯЯ	ВЫСОКАЯ	ВЫСОКАЯ	СРЕДНЯЯ
Возможность	Изменения в распределении с/х культур в связи с улучшением оптимальных условий возделывания	ВЫСОКАЯ	ВЫСОКАЯ	СРЕДНЯЯ	СРЕДНЯЯ	НИЗКАЯ
	Расширение сортимента плодовых культур	ВЫСОКАЯ	ВЫСОКАЯ	СРЕДНЯЯ	СРЕДНЯЯ	НИЗКАЯ
	Рост урожайности с/х культур	СРЕДНЯЯ	СРЕДНЯЯ			
	Рост качества винограда		СРЕДНЯЯ	ВЫСОКАЯ	ВЫСОКАЯ	HIGH
	Снижение энергетических затрат для теплиц	СРЕДНЯЯ	СРЕДНЯЯ	ВЫСОКАЯ	ВЫСОКАЯ	MEDIUM

Источник: Стратегия по адаптации к изменению климата Республики Молдова, <http://clima.md/lib.php?l=ro&idc=237&>

Оценка величины / вероятности воздействия изменения климата для сельскохо хозяйства

Для сельского хозяйства Молдовы, пять из выявленных рисков считаются высоким приоритетом:

- Повышенный риск дефицита воды и засухи;
- Рост потребности в орошении;
- Эрозия почв, засоление и опустынивание;
- Повышенный риск роста с/х вредителей, болезней и сорняков; и
- Снижение урожайности озимой пшеницы и кукурузы

Проекции изменения дат перехода температуры воздуха и продолжительности периода с температурой воздуха выше 5^0, в Молдове (дней), относительно базового периода 1961-1990 гг

АЭЗ	A2			A1B			B1		
	Весной	Осенью	(+/-)	Весной	Осенью	(+/-)	Весной	Осенью	(+/-)
2020-е									
Северная	25/03	08/11	+7	25/03	07/11	+6	26/03	07/11	+5
Центральная	22/03	18/11	+12	21/03	18/11	+13	20/03	17/11	+12
Южная	21/03	18/11	+7	19/03	20/11	+11	20/03	18/11	+9
2050-е									
Северная	22/03	14/11	+16	22/03	13/11	+16	23/03	10/11	+11
Центральная	19/03	23/11	+19	16/03	25/11	+24	19/03	21/11	+19
Южная	17/03	25/11	+13	14/03	27/11	+22	17/03	23/11	+16
2080-е									
Северная	17/03	25/11	+32	18/03	18/11	+25	22/03	12/11	+14
Центральная	13/03	04/12	+36	08/03	30/11	+37	17/03	25/11	+24
Южная	12/03	02/12	+30	10/03	28/11	+28	15/03	26/11	+21

Примечание. Для базового периода 1961-1990гг:
Дата перехода через 5 ºС весной - Бричаны (29/03); Кишинев (26/03); Кагул (22/03)
Дата перехода через 5 ºС осенью - Бричаны (05/11); Кишинев (11/11); Кагул (12/11)
Продолжительность периода с температурами выше 5 ºС, дней - Бричаны (222); Кишинев (231); Кагул (236)

Проекции изменения дат перехода температуры воздуха и продолжительности периода с температурой воздуха выше 10^0 С в Молдове (дней), относительно базового периода 1961-1990 гг

АЭЗ	A2			A1B			B1		
	Весной	Осенью	(+/-)	Весной	Осенью	(+/-)	Весной	Осенью	(+/-)
2020-е									
Северная	18/04	16/10	+10	20/04	15/10	+7	20/04	15/10	+7
Центральная	04/04	21/10	+21	02/04	22/10	+23	03/04	21/10	+23
Южная	05/04	23/10	+21	04/04	23/10	+21	03/04	23/10	+22
2050-е									
Северная	11/04	20/10	+20	08/04	19/10	+24	13/04	17/10	+16
Центральная	31/03	25/10	+28	30/03	27/10	+33	31/03	25/10	+29
Южная	31/03	29/10	+31	29/03	29/10	+33	31/03	28/10	+30
2080-е									
Северная	01/04	27/10	+37	04/04	23/10	+31	07/04	19/10	+25
Центральная	28/03	04/11	+42	26/03	31/10	+40	30/03	27/10	+32
Южная	27/03	05/11	+41	27/03	02/11	+40	30/03	30/10	+34

Примечание. Для базового периода 1961-1990гг:
Дата перехода через 10 ºС весной - Бричаны (22/04); Кишинев (20/04); Кагул (21/04)
Дата перехода через 10 ºС осенью - Бричаны (10/10); Кишинев (16/10); Кагул (19/10)
Продолжительность периода с температурами выше 10 ºС, дней - Бричаны (172); Кишинев (180); Кагул (182)

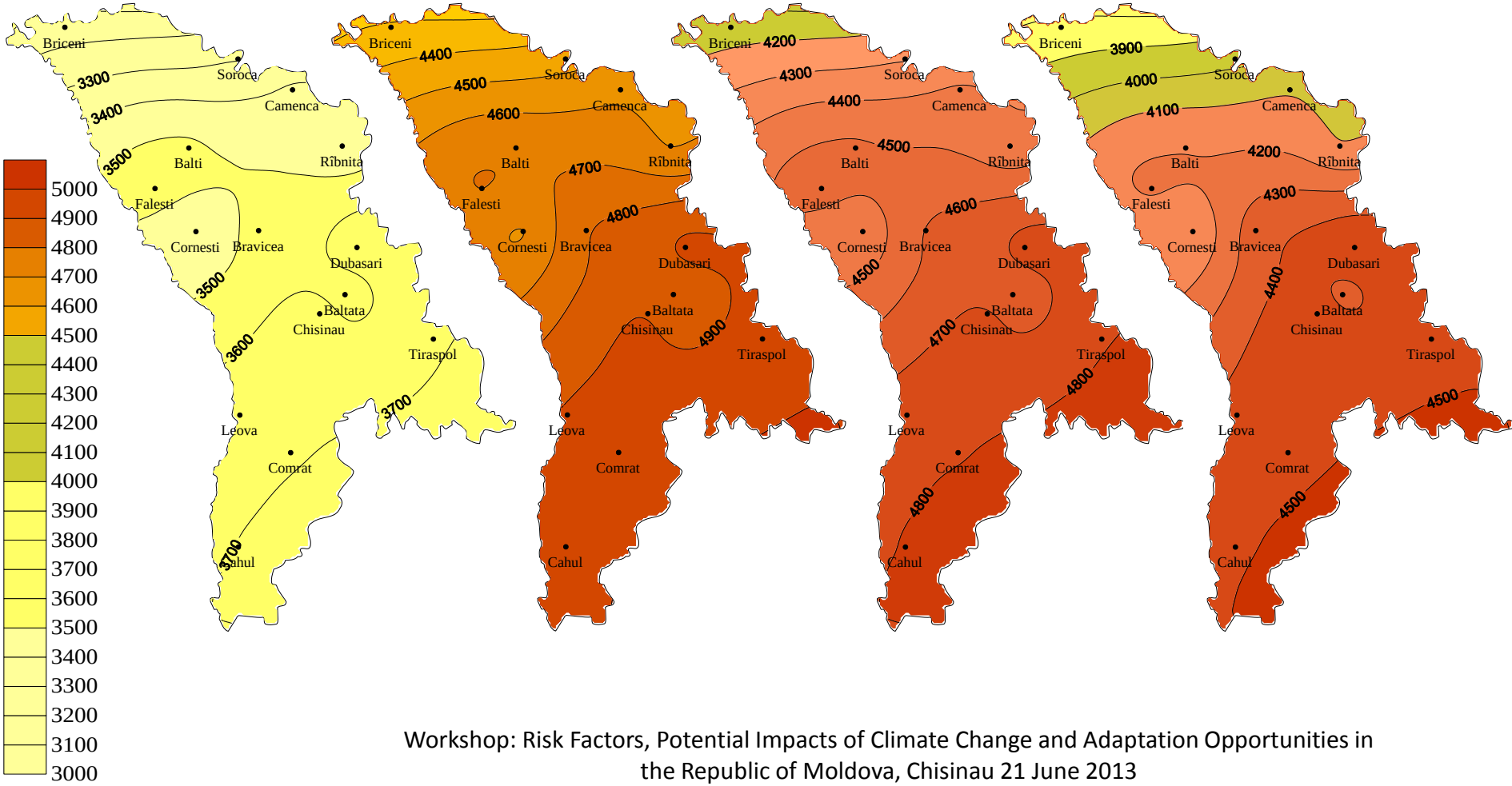
Проекции изменения сумм активных и/или эффективных температур воздуха выше 5°С, относительно базового периода 1961-1990 гг

АЭЗ	A2				A1B				B1			
	$\Sigma T_{ак >5°C}$	(+/-)	$\Sigma T_{эф >5°C}$	(+/-)	$\Sigma T_{ак >5°C}$	(+/-)	$\Sigma T_{эф> 5°C}$	(+/-)	$\Sigma T_{ак >5°C}$	(+/-)	$\Sigma T_{эф> 5°C}$	(+/-)
2020-е												
Северная	3437	+333	2291	+296	3453	+349	2312	+318	3430	+325	2295	+300
Центральная	3930	+349	2720	+294	3991	+410	2773	+347	3973	+392	2759	+333
Южная	3986	+334	2770	+298	4065	+413	2828	+356	4035	+384	2811	+339
2050-е												
Северная	3757	+653	2570	+576	3803	+699	2617	+623	3654	+550	2486	+492
Центральная	4282	+701	3033	+607	4389	+808	3113	+687	4206	+625	2957	+531
Южная	4358	+706	3091	+620	4467	+815	3175	+704	4275	+624	3016	+545
2080-е												
Северная	4267	+1162	2996	+1001	4103	+998	2872	+877	3779	+675	2599	+604
Центральная	4843	+1262	3508	+1082	4657	+1075	3322	+896	4403	+822	3126	+700
Южная	4911	+1259	3575	+1103	4754	+1103	3433	+962	4434	+782	3155	+683

Примечание. Среднемноголетняя наблюдаемая сумма активных и эффективных температур для базового периода 1961-1990гг:
Σ*Так* >5ºС - Бричаны (3105ºС); Кишинев (3581ºС); Кагул (3652ºС).
Σ*Тэф* >5ºС - Бричаны (1995ºС); Кишинев (2426ºС); Кагул (2472ºС).

Проекции изменения сумм активных температур воздуха выше 5°С в 2080-х

1961-1990 **A2** **A1B** **B1**



Проекции изменения сумм эффективных температур воздуха выше 5°С и 10°С, (%) относительно базового периода 1961-1990 гг

АЭЗ	А2		А1В		В1	
	$\Sigma T_{эф >5°C}$	$\Sigma T_{эф >10°C}$	$\Sigma T_{эф >5°C}$	$\Sigma T_{эф >10°C}$	$\Sigma T_{эф >5°C}$	$\Sigma T_{эф >10°C}$
2020-е						
Северная	15	22	16	25	15	23
Центральная	12	18	14	21	14	20
Южная	12	18	14	21	14	20
2050-е						
Северная	29	44	31	49	25	38
Центральная	25	38	28	42	22	32
Южная	25	38	28	43	22	33
2080-е						
Северная	50	79	44	70	30	48
Центральная	45	67	37	54	29	43
Южная	45	67	39	59	28	41

Проекции изменения потенциального испарения (Е) и коэффициента увлажнения Иванова (КУ) в Молдове (%) относительно базового периода 1961-1990 гг

АЭЗ	А2		А1В		В1	
	Е	КУ	Е	КУ	Е	КУ
2020-е						
Северная	13	-9	15	-13	13	-9
Центральная	9	-9	11	-11	11	-9
Южная	12	-12	14	-12	13	-12
2050-е						
Северная	25	-21	29	-25	21	-13
Центральная	23	-24	24	-24	17	-15
Южная	26	-30	28	-28	21	-20
2080-е						
Северная	44	-37	39	-30	27	-21
Центральная	40	-39	32	-28	22	-20
Южная	45	-44	38	-32	27	-24

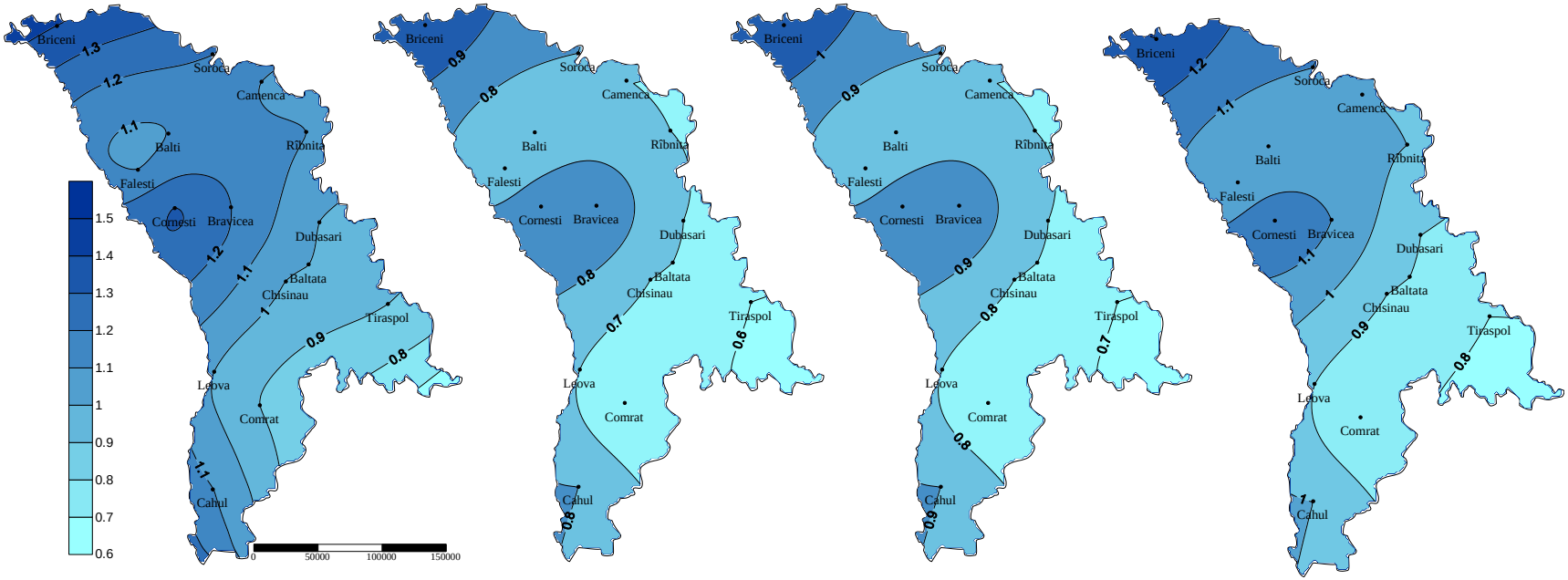
Проекции изменения потенциального испарения (Е, мм) и коэффициента увлажнения Иванова (КУ) в Молдове относительно базового периода 1961-1990 гг

АЭЗ	А2		А1В		В1	
	Е	КУ	Е	КУ	Е	КУ
2020-е						
Северная	633	0,69	644	0,66	637	0,69
Центральная	843	0,42	856	0,41	853	0,42
Южная	831	0,44	845	0,44	842	0,44
2050-е						
Северная	704	0,60	723	0,57	679	0,66
Центральная	948	0,35	952	0,35	904	0,39
Южная	935	0,35	950	0,36	900	0,40
2080-е						
Северная	810	0,48	782	0,53	713	0,60
Центральная	1080	0,28	1014	0,33	942	0,37
Южная	1074	0,28	1024	0,34	942	0,38

Примечание. Средние многолетние наблюдаемые *Е* и *КУ* для базового периода 1961-1990гг:
***Е*, мм: год** - Бричаны (650), Кишинев (894), Кагул (853); **вегетация** - Бричаны (562), Кишинев (770), Кагул (742);
***КУ*: - год** - Бричаны (0,94), Кишинев (0,61), Кагул (0,65); **вегетация** - Бричаны (0,76), Кишинев (0,46), Кагул (0,50);

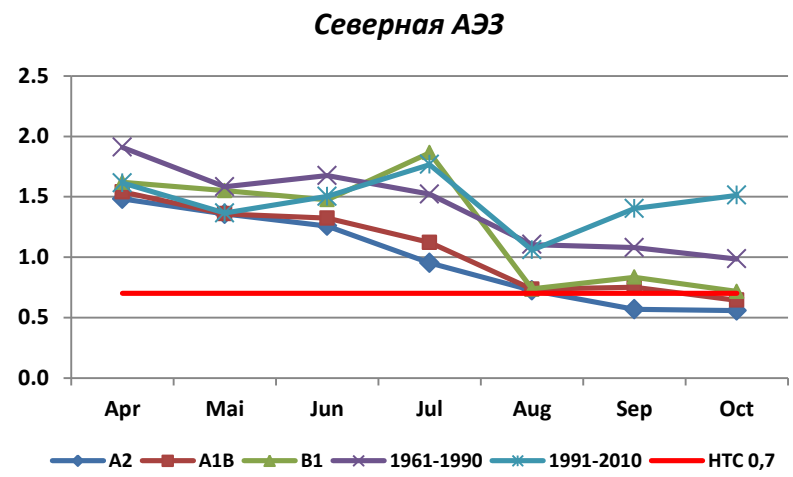
Проекции изменения Гидротермического коэффициента Селянинова (ГТК) в 2080-х

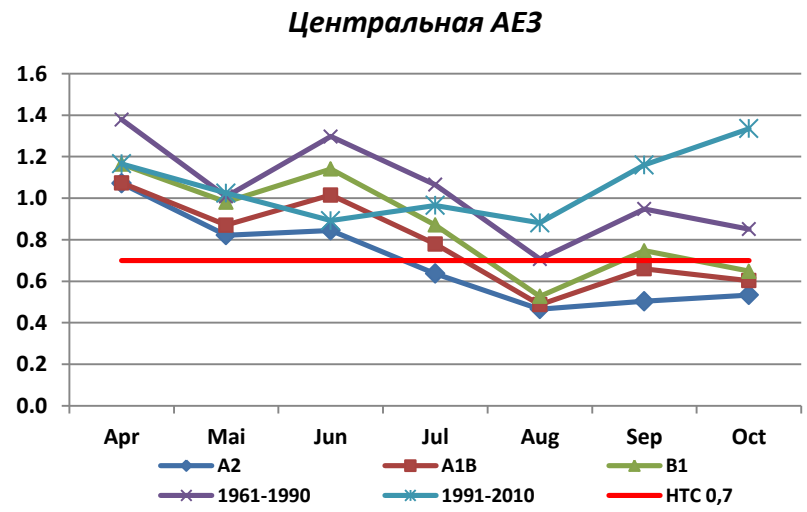
1961-1990 **A2** **A1B** **B1**

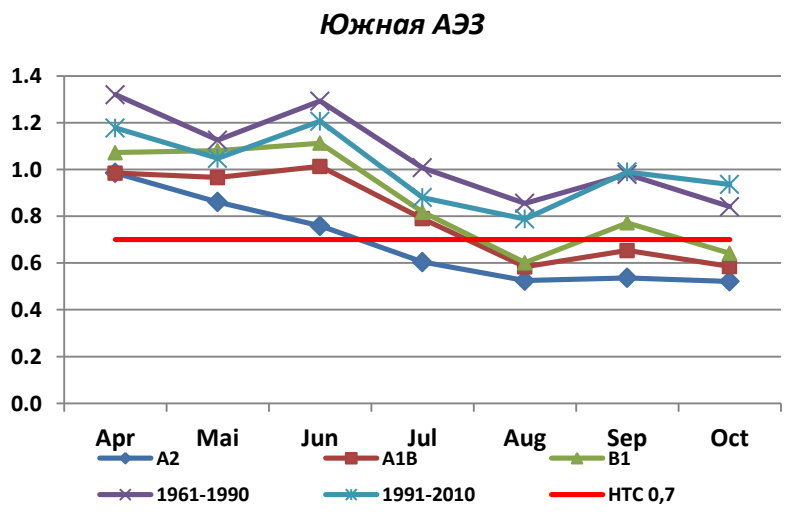


Workshop: Risk Factors, Potential Impacts of Climate Change and Adaptation Opportunities in the Republic of Moldova, Chisinau 21 June 2013

Проекции изменения Гидротермического коэффициента Селянинова (ГТК) в 2080-х

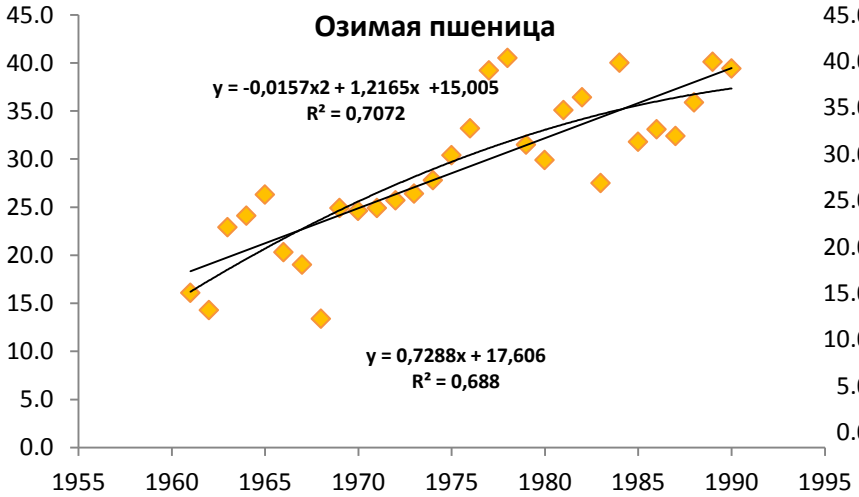


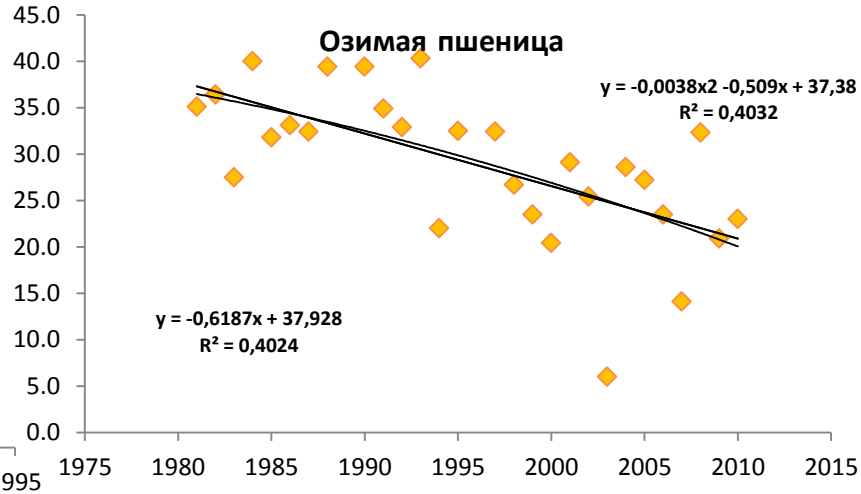


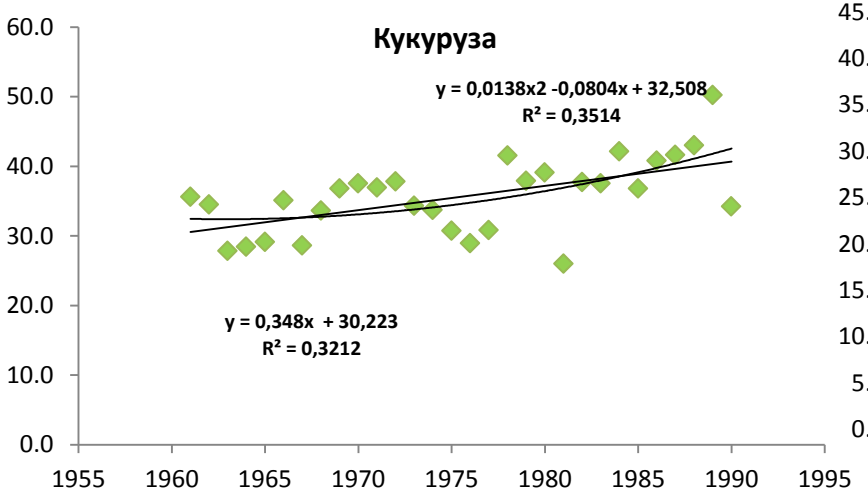


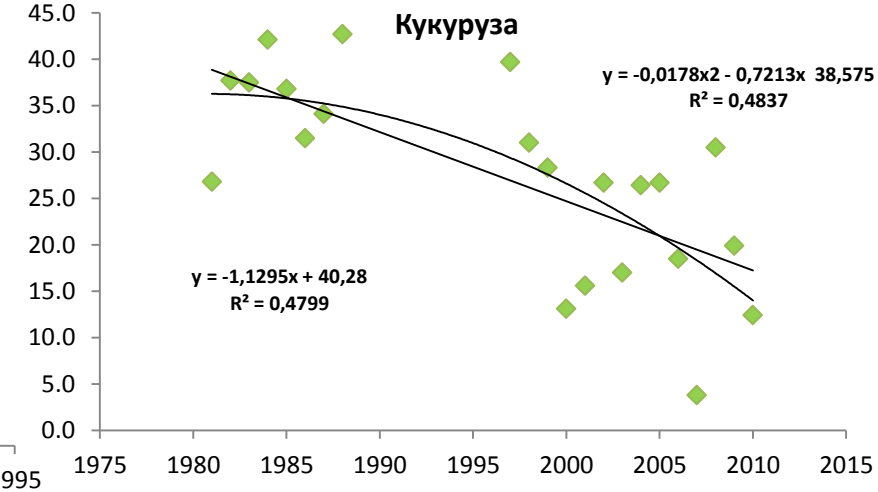
ГТК >1 – достаточное увлажнение;
ГТК ≤ 0.7 – засушливые условия;
ГТК = 0.6 – средняя засуха;
ГТК ≤ 0.5 – сильная засуха.

Тренды урожайности основных сельскохозяйственных культур и их коэффициенты детерминации (слева – 1961-1990, справа – 1981-2010)

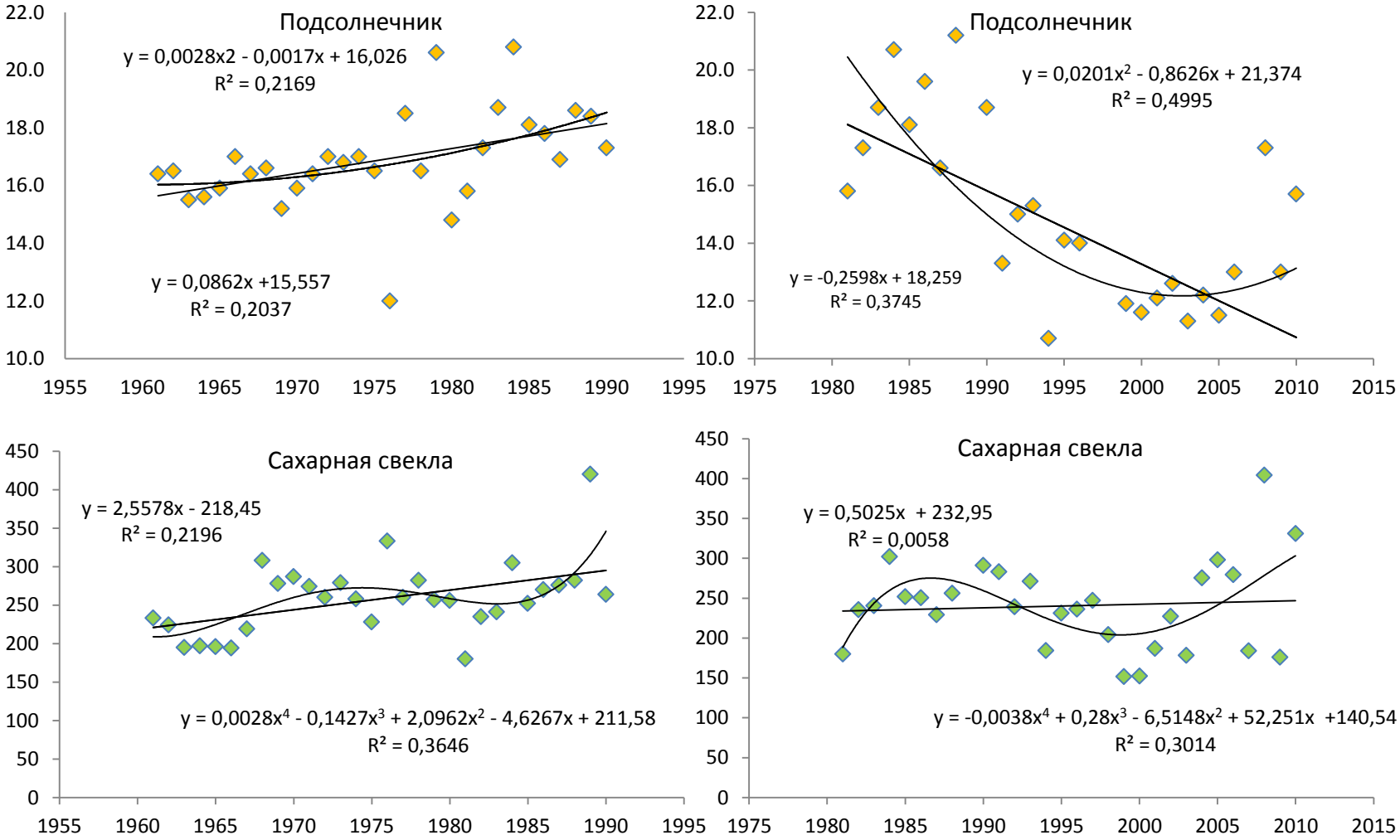








Тренды урожайности основных сельскохозяйственных культур и их коэффициенты детерминации (слева – 1961-1990, справа – 1981-2010)



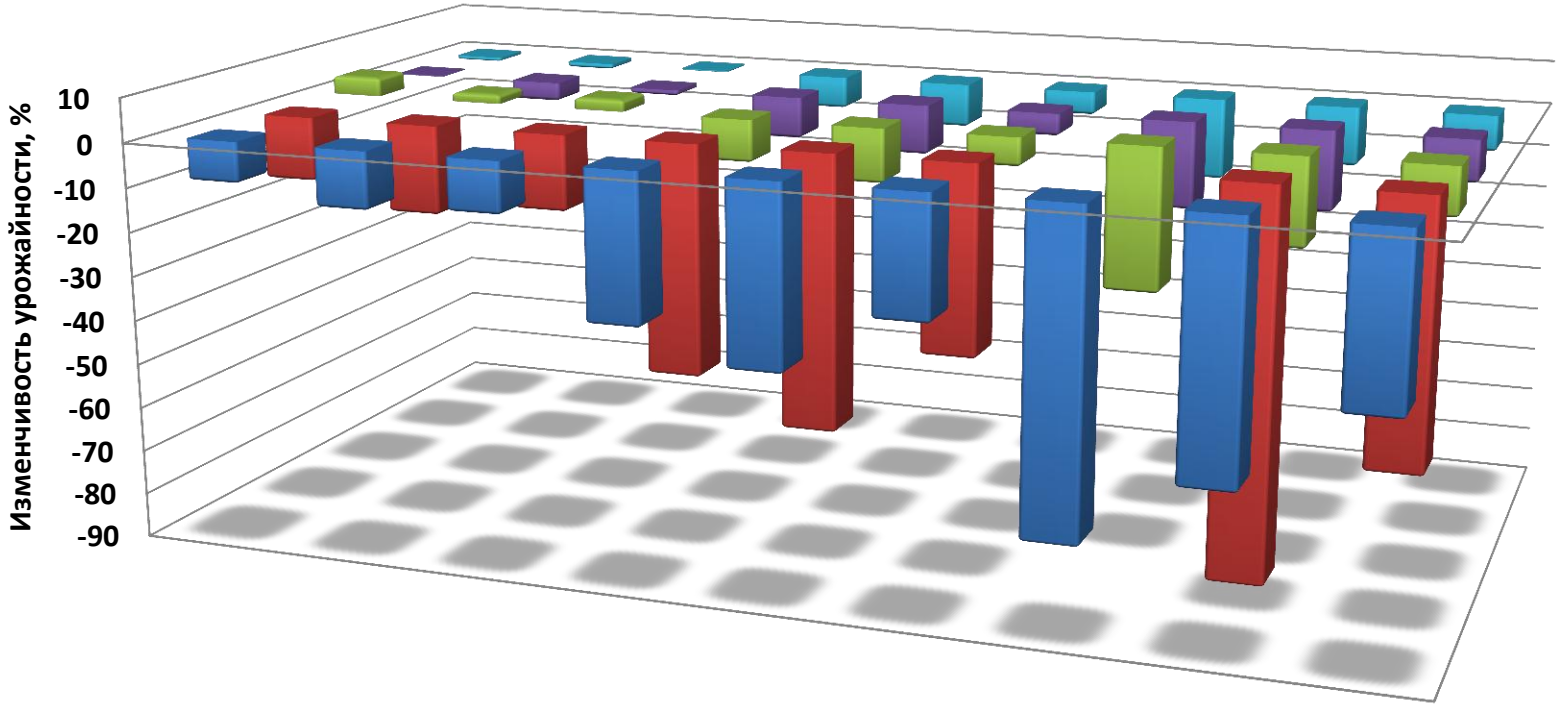
Линейные тренды урожайности (ц/год) основных сельскохозяйственных культур и их статистическая значимость (*p*- значение) для трех периодов наблюдений

Культура	*Урожайность*					
	1961-1990		**1981-2010**		**1991-2010**	
	Тренд	***p-значение***	***Trend***	***p-value***	***Тренд***	***p-значение***
Озимая пшеница	0,7288	**0,0000**	-0,6187	**0,0003**	**-0,6958**	**0,0297**
Кукуруза	0,3480	**0,0011**	-1,1229	**0,0004**	**-0,9956**	**0,0779**
Подсолнечник	0,0862	**0,0123**	-0,2598	**0,0004**	**-0,0038**	**0,9697**
Сахарная свекла	2,5578	**0,0090**	0,5025	0,6956	**0,5025**	**0,3392**
Табак			-0,0687	0,2486	**0,0030**	**0,9774**

Взаимосвязь изменчивости урожайности основных сельскохозяйственных культур с температурой и осадками периода вегетации (1981-2010 гг)

Культура	Уравнение регрессии	*p* – значение	R^2,%
Озимая пшеница	$У = 130,473 - 2,27358*T_{05} - 2,60312*T_{07} - 0,815868*T_{10} + 0,0181492*P_{06} + 0,0335445*P_{09}$	0,0003	65,26
Кукуруза	$У = 161,118 - 2,79125*T_{05} - 3,30915*T_{07} - 2,09824*T_{10} + 0,115611*P_{04} + 0,0407194*P_{07}$	0,0033	64,10
Подсолнечник	$У = 41,6803 - 0,817938*T_{08} - 0,671806*T_{10} + 0,0242598*P_{06} - 0,0415422*P_{08} - 0,0454977*P_{10}$	0,0011	66,36
Сахарная свекла	$У = 431,527 - 16,9561*T_{06} + 1,09464*P_{04} + 0,338911*P_{05} + 0,241995*P_{07} + 0,314864*P_{08}$	0,0048	49,92
Табак	$У = 26,6589 - 1,05*T_{10} + 0,0488325*P_{05} - 0,0176172*P_{08} - 0,0229145*P_{09} - 0,031975*P_{10}$	0,0024	53,20

Проекции изменения урожайности *основных сельскохозяйственных культур* (% / 30 летие) в Республике Молдова относительно современного периода (1981-2010 гг.)



	2020-е			2050-е			2080-е		
	A2	A1B	B1	A2	A1B	B1	A2	A1B	B1
Озимая пшеница	-9	-13	-12	-34	-41	-27	-71	-56	-38
Кукуруза	-15	-21	-18	-53	-62	-43		-87	-59
Подсолнечник	4	2	3	-10	-13	-7	-33	-21	-11
Сахарная свекла	0	-5	-1	-10	-12	-5	-20	-19	-10
Табак	-1	-1	0	-8	-10	-6	-19	-14	-9

Проекции наступления фаз развития озимой пшеницы относительно базового периода 1961-1990 гг

Сценарии, временной горизонт	Озимая пшеница			
	Фаза развития и сумма эффективных температур выше 5^0C необходимая для ее наступления			
	выход в трубку (125^0C)	колошение (455^0C)	молочная (685^0C)	восковая спелость (945^0C)
1960-1990	24/04	27/05	13/06	30/06
2020-е				
A2	20/04	22/05	07/06	24/06
A1B	18/04	20/05	06/06	23/06
B1	18/04	20/05	06/06	23/06
2050-е				
A2	15/04	17/05	02/06	18/06
A1B	13/04	16/05	31/05	17/6
B1	15/04	17/05	03/06	19/06
2080-е				
A2	10/04	12/05	28/05	12/06
A1B	09/04	10/05	26/04	11/04
B1	14/04	15/05	31/04	18/06

Проекции наступления фаз развития у кукурузы различных групп спелости относительно базового периода 1961-1990 гг

Сценарии, временной горизонт	Кукуруза различных групп спелости (раннеспелая, среднеспелая и позднеспелая)								
	Фаза развития и сумма эффективных температур выше 10^0 С, необходимая для ее наступления								
	Всходы -выметывание			Посев –молочная спелость			Посев- восковая спелость		
	(320-410^{0}С)	(400-510^{0}С)	(520-660^{0}С)	(720-770^{0}С)	(820-870^{0}С)	(880-930^{0}С)	(770-820^{0}С)	(870-920^{0}С)	(970-1020^{0}С)
1960-1990	23/06	02/07	16/07	26/07	04/08	09/08	31/07	08/08	17/08
2020-е									
A2	16/06	25/06	08/07	17/07	24/07	29/07	20/07	28/07	05/08
A1B	14/06	23/06	05/07	14/07	21/07	26/07	18/07	26/07	02/08
B1	14/06	23/06	05/07	14/07	22/07	27/07	18/07	26/07	03/08
2050-е									
A2	09/06	18/06	29/06	08/07	15/07	19/07	11/07	18/07	25/07
A1B	06/06	15/06	27/06	05/07	12/07	16/07	09/07	15/07	22/07
B1	09/06	18/06	03/07	09/07	16/07	21/07	13/07	20/07	27/07
2080-е									
A2	01/06	09/06	20/06	28/06	04/07	08/07	01/07	08/07	14/07
A1B	31/05	08/06	20/06	28/06	05/07	11/07	01/07	08/07	15/07
B1	06/06	15/06	27/06	05/07	12/07	17/07	09/07	16/07	23/07

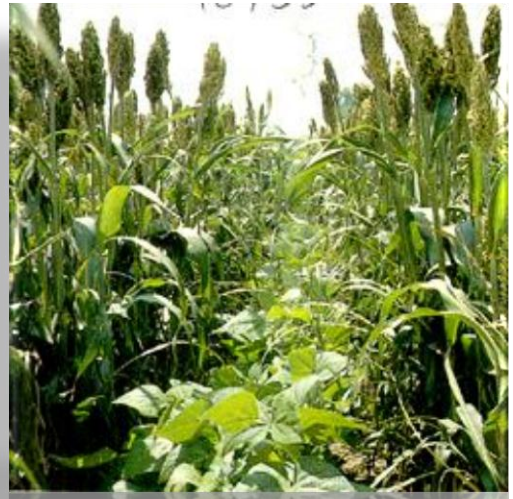
Потенциальные меры адаптации

Риск	Адаптационные меры	Адаптационные действия	Адаптаци-онный потенциал	Потенци-альная стоимость	Временные рамки
Изменения в посевных площадях в связи с ухудшением оптимальных условий возделывания ем оптимальных условий воздельвания	Наращивание потенциала	Диверсификация средств к существованию	Средний	Средняя	Mid-term
		Укрепление локальной способности к снижению чуствительности	Средний	Средняя	Mid-term
	Выбор культур	Изменение практик выращивания	Средний	Высокая	Long-term
		Переход на льтернативные культуры	Средний	Низкий	Long-term
		Использование смешанных посевов	Средний	Низкий	
	Менеджмент почв	Использование ресурсо и влагосберегающих технологий (минимальной, мульчирования или нулевой обработки почвы)	Высокий	Средняя	Mid-term
	Менеджмент производства с/х культур	Использование технологии точного земледелия	Высокий	Средняя	Mid-term
	Менеджмент водных ресурсов	Орошение	Высокий	Высокая	Short-term
	Внесение агрохимикатов	Дополнительное внесение	Высокий	Низкий	Long-term
	Научные исследования	Выведение устойчивых к изменению климата сортов	Средний	Средняя	Short-term
		Интенсификация научных исследований и тренингов	Высокий	Средняя	Short - term
	Экономическая	Страхование	Высокий	Высокая	Short-term

Потенциальные меры адаптации

	Адаптационные меры	Адаптационные действия	Адаптаци-онный потенциал	Потенциальная стоимость	Временные рамки
Возможности Увеличение урожайности	Увеличение производства с/х культур	Расширение площадей многолетних насаждений	Средний	Высокая	Среднесрочные
		Интродукция более продуктивных сортов	Высокий	Низкая	Среднесрочные - Немедленные экономические выгоды
	Растениеводство	Использование ранне- или позднеспелых сортов или гибридов	Средний	Средняя	Среднесрочные - Немедленные экономические выгоды
	Выбор культура / промышленность исследований	Инвестиции в энергетические культуры, рощи коротким оборотом и т.д	Средний	Низкая	Краткосрочные - Необходимы исследования
		Морозостойкие сорта	Высокий	Низкая	Краткосрочные - Необходимы исследования для выведения новых сортов
		Засухоустойчивые сорта и гибриды	Высокий	Низкая	Краткосрочные - Необходимы исследования для выведения новых сортов и гибридов

Технологии смешаных посевов

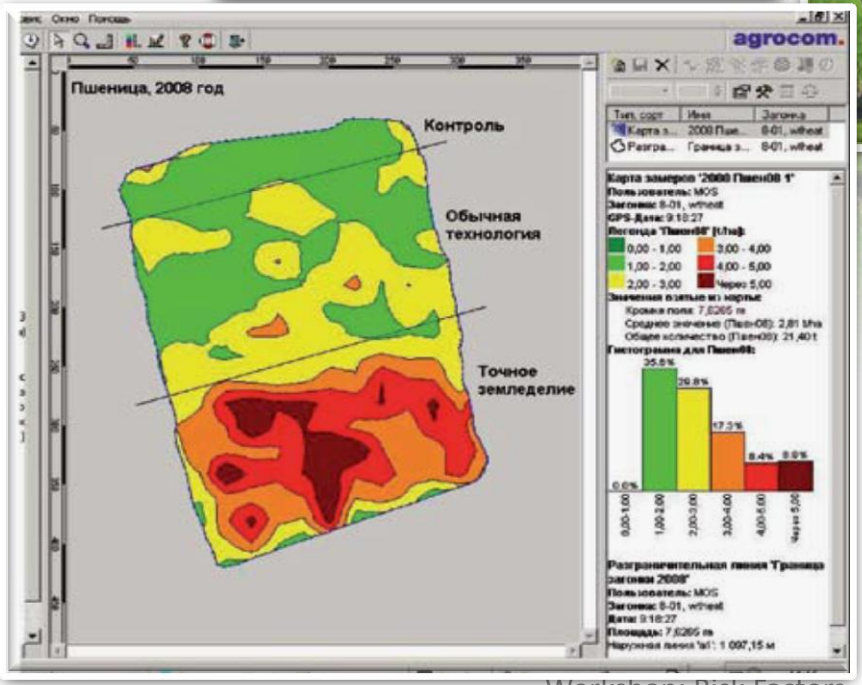


Технологии прямого посева

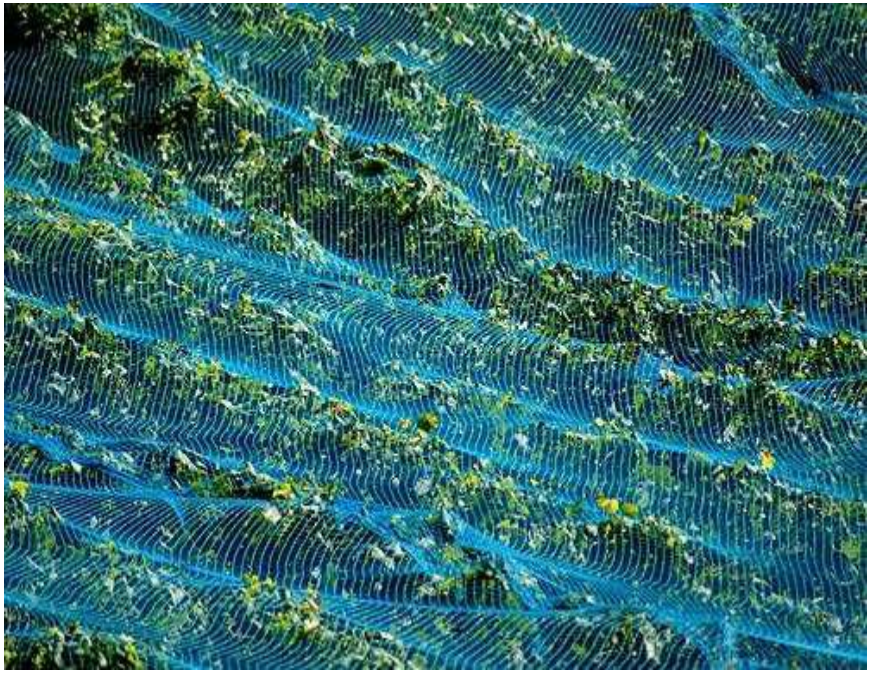
Рапс, возделываемый по технологии Strip-Till (слева), кукуруза после кукурузы при использовании технологии Strip-Till (справа), посев между рядами предыдущего года

Инфильтрация воды сразу после интенсивного дождя. Мульчированный посев, рыхление по всей площади (слева) Strip-Till - полосное рыхление (справа)

Технологии точного земледелия



Орошение как метод борьбы с весенними заморозками



Противоградовая защита– Италия, 2009

SC FRIGOFRUCT SRL (Romania) Яблочный сад - противоградовые сетки

Благодарю за внимание!

Контактный адрес электронной почты:
clima@mediu.gov.md,
l.taranu@yahoo.com