

СЕВООБОРОТ И ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ

БОРИС БОИНЧАН

**Доктор хабилитат с/х наук, профессор исследователь
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР «Селекция»
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «АЛЕКУ РУССО»
Г. Бэлць, РЕСПУБЛИКА МОЛДОВА
e-mail: b.boincean@gmail.com**

Сельское хозяйство во всём мире встречается с множеством вызовов в настоящее время и, особенно, в будущем:

- Ограниченные природные ресурсы, включая невозобновляемые источники энергии (нефть, природный газ, уголь) с постоянно растущими ценами на них
- Ухудшение экономических условий для производственной деятельности ввиду непропорционального роста цен на промышленные вложения (минеральные удобрения, пестициды, техника, топливо и др.) и сельскохозяйственные продукты
- Обеспечение продовольственной безопасности на местном, региональном и глобальном уровнях в условиях постоянного роста населения и спроса на продукты питания
- Потеря видового биоразнообразия и генетического разнообразия как на поверхности почвы, так и, особенно в самой почве
- Деградация почв и опасность загрязнения грунтовых вод и продуктов питания по всей пищевой цепочке: почва – растения – животные – человек – окружающая среда
- Рост отрицательных последствий глобального потепления
- Разрушение сельских устоев и опасность исчезновения сёл при индустриальной модели интенсификации сельского хозяйства

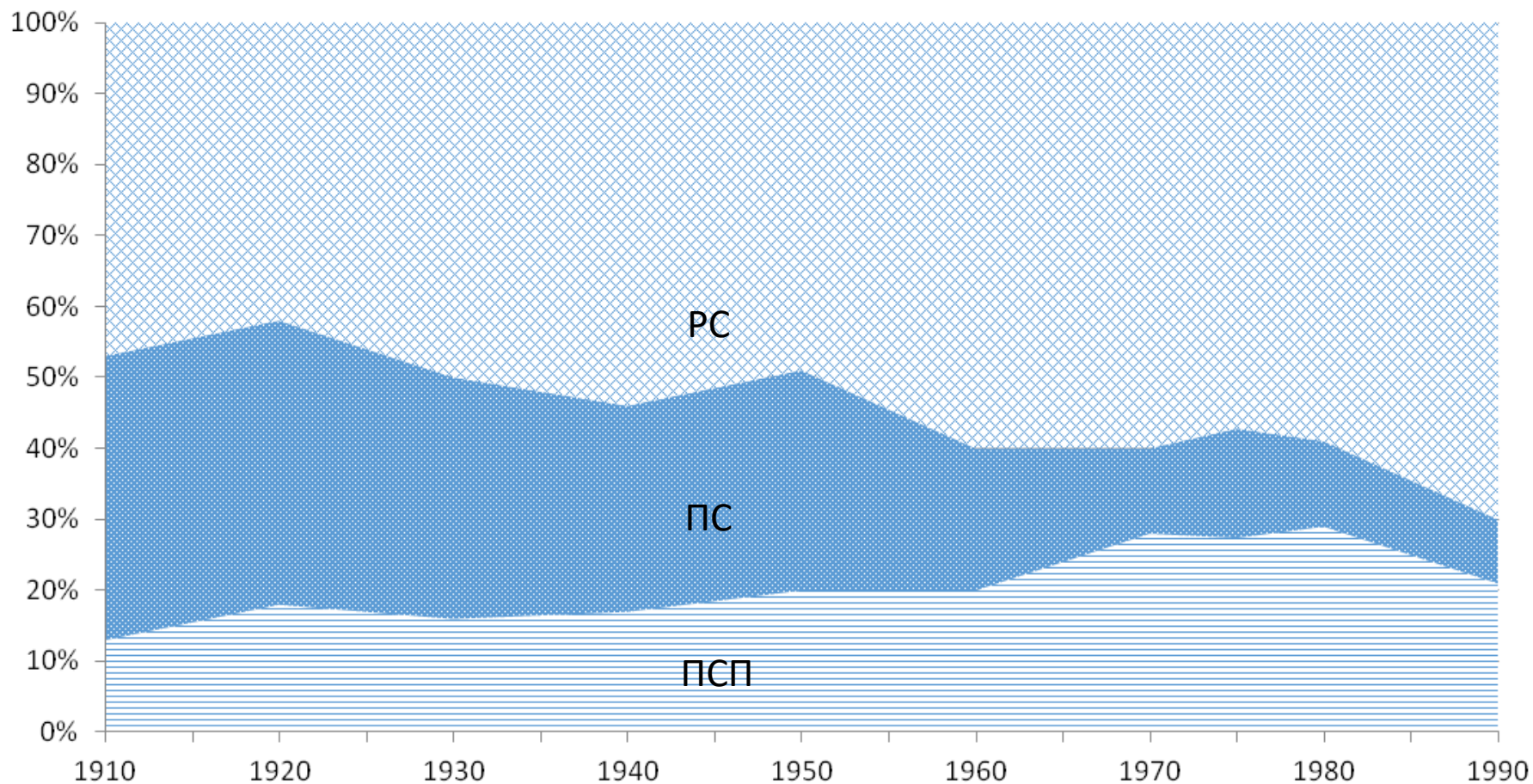


Рис.1 Динамика изменений доли прибылей от реализации сельскохозяйственной продукции среди трех секторов агропромышленного комплекса (по S.Smith, 1991)

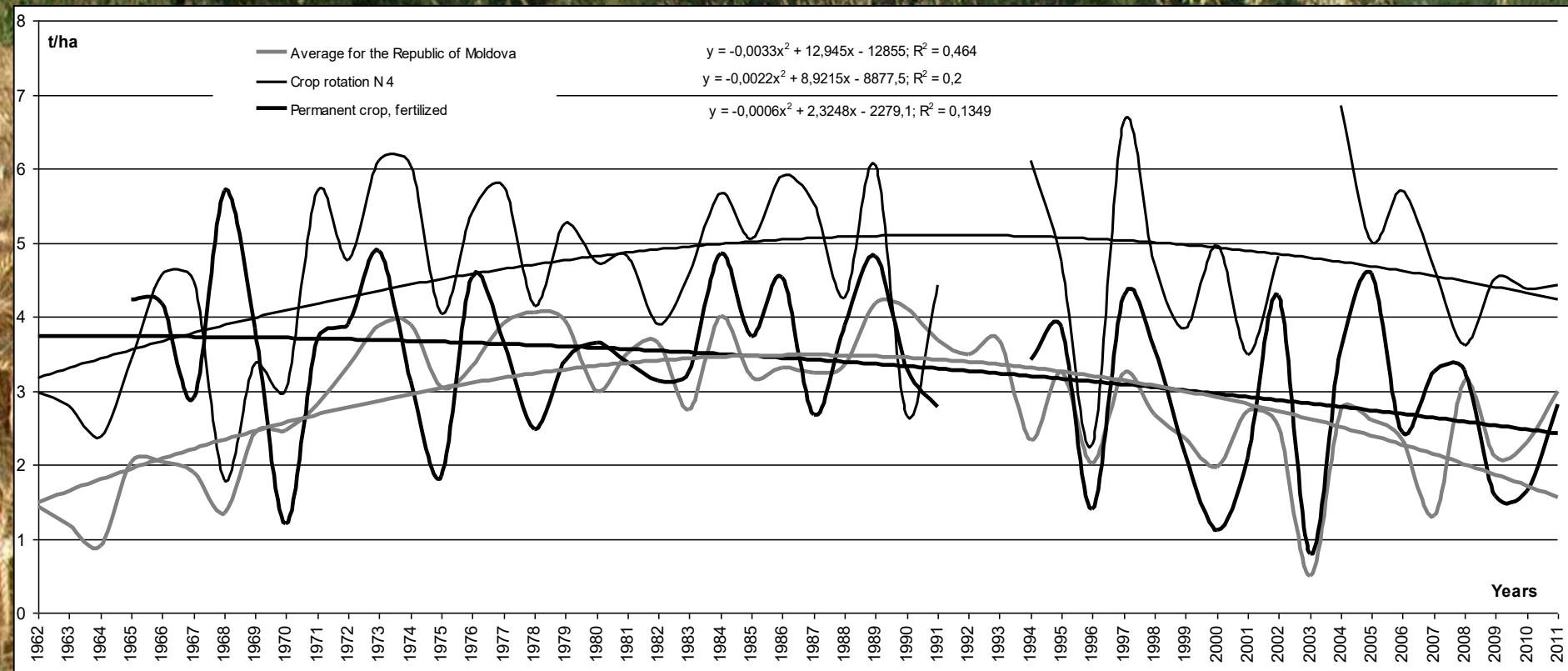
Условные обозначения:

РС – рыночный сектор (переработка, транспортировка, хранение);

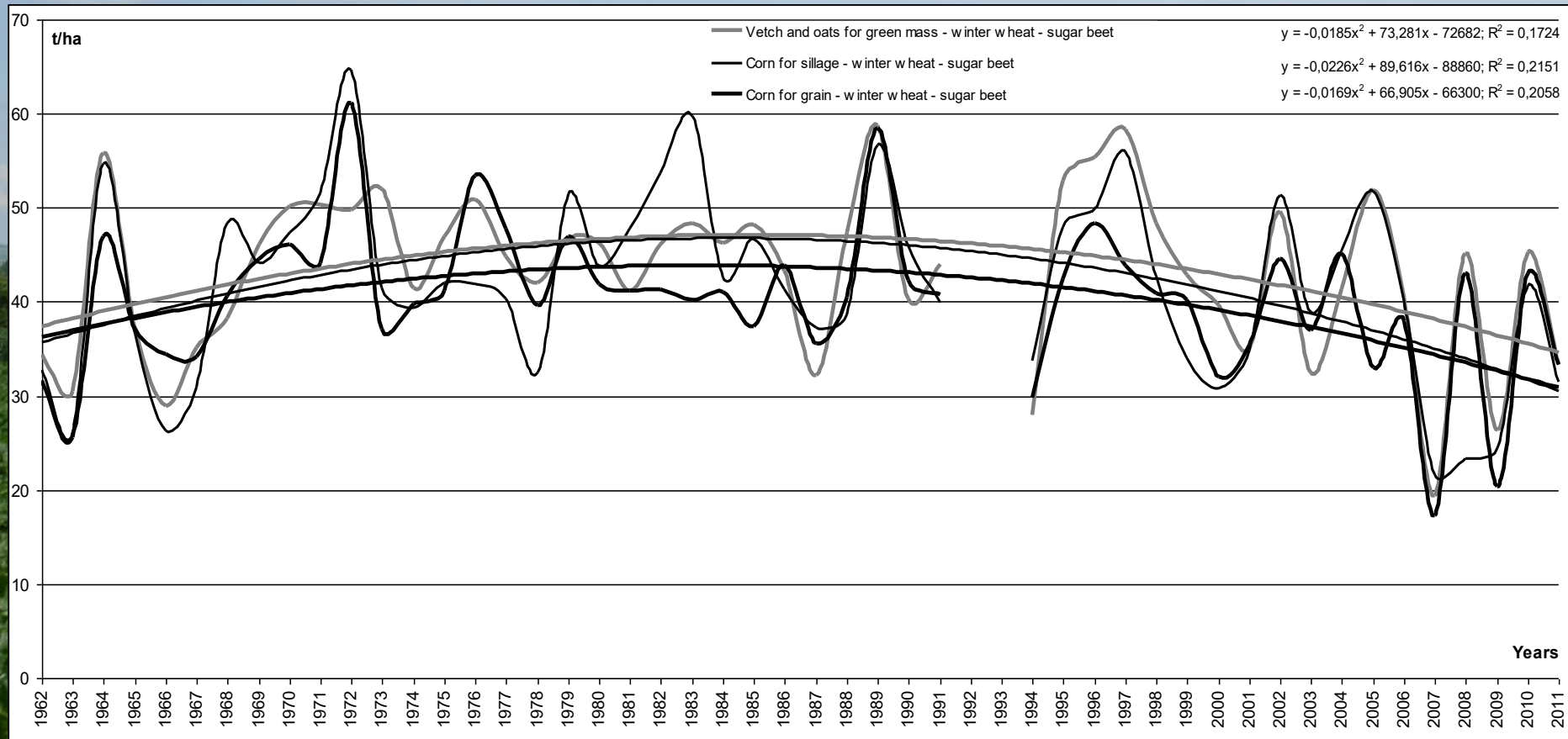
ПС – сектор производства сельскохозяйственной продукции непосредственно в хозяйствах;

ПСП – сектор производства средств производства (производство тракторов, сельскохозяйственных машин, минеральных удобрений, пестицидов и др.)

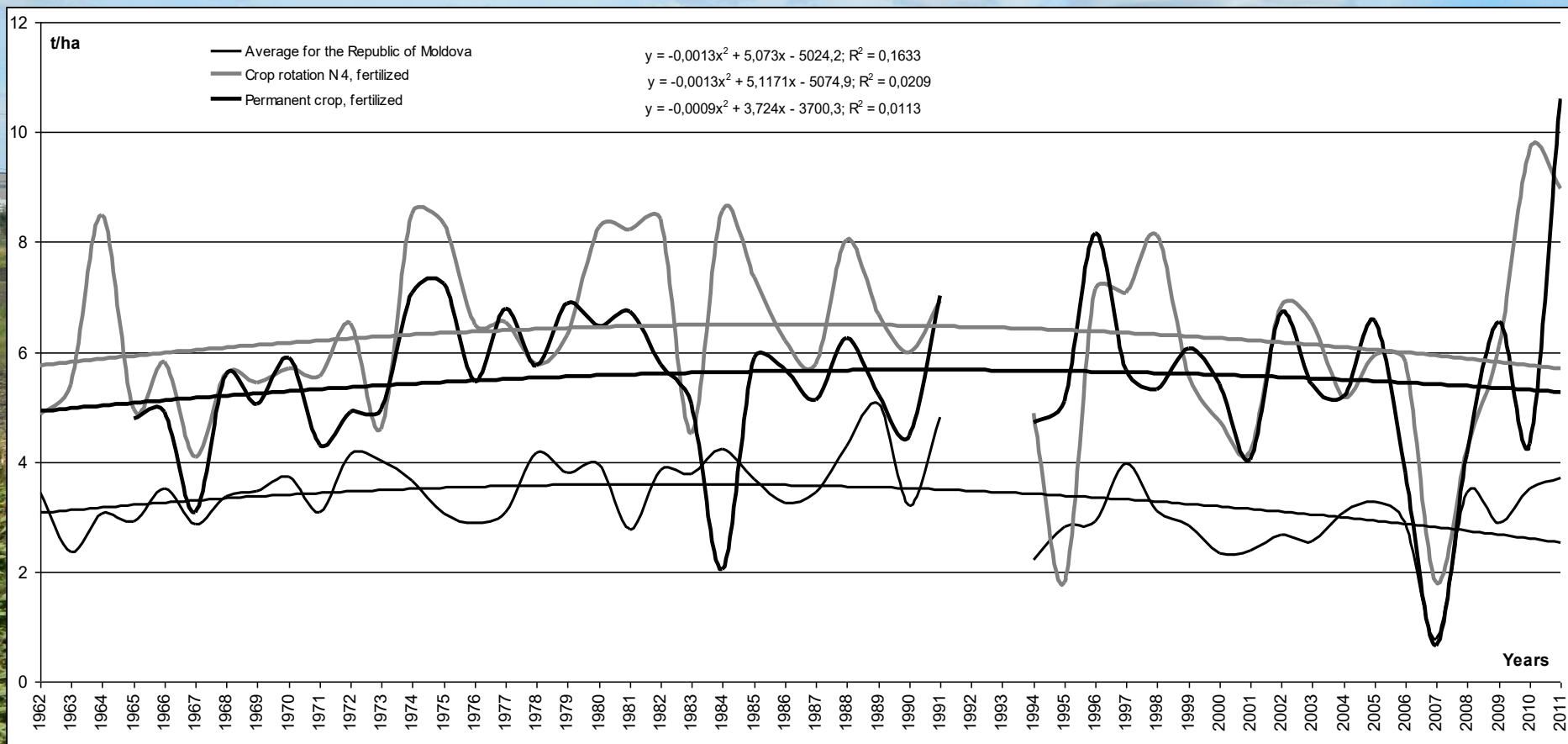
Динамика урожайности озимой пшеницы, в среднем по Республике Молдова, в севообороте и в бессменных посевах в длительных опытах НИИ Полевых Культур «Селекция», 1962-2011, т/га



Динамика урожайности сахарной свеклы, в среднем по Республике Молдова, в севообороте и в бессменных посевах в длительных опытах НИИ Полевых Культур «Селекция», 1962-2011, т/га

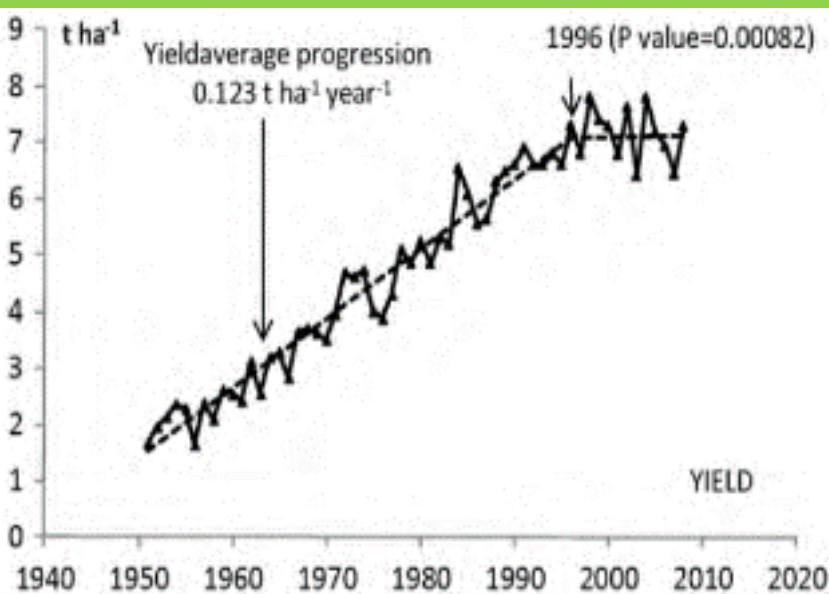


Динамика урожайности кукурузы на зерно, в среднем по Республике Молдова, в севообороте и в бессменных посевах в длительных опытах НИИ Полевых Культур «Селекция», 1962-2011, т/га



Stagnating Yields (yield gap)

Fig.3 Rising-plateau regression analysis of wheat yields throughout various European countries



Country	Year of stagnation
Denmark	1995 (**)
France	1996 (**)
Germany	1999
Italy	1994
Netherlands	1993 (**)
Spain	1989
Switzerland	1990 (**)
United Kingdom	1996 (**)

- Индустриальная модель интенсификации сельского хозяйства основанная на концепцию «зелёной революции» не направлена на решение выше названных вызовов и, следовательно, не обеспечивает устойчивое развитие с экономической, экологической и социальной точек зрения. Сельское хозяйство в кризисе и находится на распутье дорог.
- Индустриальная (доминирующая в настоящее время) модель интенсификации сельского хозяйства преследует две основные цели: достижение максимальной урожайности и прибыли без учета отрицательных последствий на окружающую среду и состояние здоровья людей.
- Практические меры применяемые в сельском хозяйстве, часто используются отдельно, в отрыве от цельной системы земледелия, и направлены преимущественно на рост урожайности, без учета их влияния на почвенное плодородие («урожаеделание» в место «земледелания»)
- Цены на сельскохозяйственную продукцию (продукты питания) нереальны, так как они не учитывают затраты необходимые для устранения отрицательных последствий на окружающую среду и здоровье людей

Эти затраты возложены на нынешние и будущие поколения людей, но существует опасность необратимых изменений с непредвиденными последствиями.

- Жизнь на земле стала возможной ввиду непрерывного круговорота веществ и энергии по всей трофической цепочке: продуценты – консументы – редуценты. Роль редуцентов, находящихся в почве была недооценена, а то и вовсе полностью пренебрежена.
- Почва – живой организм. В экологическом земледелии следует кормить почву, а не растения. Промышленные вложения (минеральные удобрения, пестициды и др.) заменяются более полным и глубоким круговоротом питательных веществ и энергии в пределах каждого хозяйства, что обеспечивает качественную (здоровую) почву.
- Устойчивое управление почвенным плодородием в экологическом земледелии требует:
 - большего разнообразия основных и промежуточных культур в рамках севооборотов
 - постоянного пополнения почвы свежим органическими остатками (удобрениями) для поддержания непрерывных процессов синтеза (гумификации) – распада (минерализации) органического вещества почвы

Севооборот занимает центральное место в экологической системе земледелия:

- Правильное размещение культур по предшественникам и соблюдение сроков возврата культур на прежнее место возделывания в севообороте позволяет предупреждать, а не «бороться» с множеством последствий ввиду допущенных ошибок на этапе планирования севооборота (сорняки, вредители, болезни, недостаток азота и влаги и др.)
- Правильный севооборот позволяет снизить зависимость от промышленных вложений (слова Д.Н. Прянишникова: «Недостаток знаний (севооборота) нельзя компенсировать избытком удобрений»)



Длительный опыт по севооборотам и бессменным посевам Научно-исследовательского института полевых культур «Селекция»



Длительный опыт по экологическому земледелию НИИПК «Селекция»



Посевы культур в длительном опыте по изучению различных систем удобрения в севообороте



Длительный многофакторный опыт по изучению действия и взаимодействия ротации культур, систем удобрения и обработки почвы в севообороте



Посевы культур в длительном многофакторном опыте по изучению действия и взаимодействия ротации культур, систем удобрения и обработки почвы в севообороте

Таб. 1. Эффект севооборота для различных культур в длительных опытах НИИ Полевых Культур «Селекция» (г. Бельцы, Республика Молдова), средняя за 1994-2016 г.г, т/га и %

Культуры	Без удобрений				Удобренный фон			
	Бессменные культуры	Севооборот			Бессменные культуры	Севооборот		
		т/га	±, т/га	%		т/га	±, т/га	%
Озимая пшеница	1,98	4,56	+2,58	130,3	2,96	5,02	+2,06	69,6
Сахарная свекла	8,00	30,13	+22,13	276,6	15,24	39,24	+24,0	157,5
Кукуруза на зерно	3,66	5,23	+1,57	42,9	5,44	5,65	+0,21	3,86
Подсолнечник	1,40	2,0	+0,60	42,9	1,59	2,16	+0,57	35,8

Табл. 2 Эффект от удобрений для разных культур выращенные в севообороте и в бессменных посевах (г. Бельцы, Республика Молдова, НИИ ПК «Селекция»), средняя за 1994-2016 г.г., т/га и %

Культуры	Бессменные культуры			Севооборот		
	Без удобрений	удобренный фон	±, т/га и %	Без удобрений	удобренный фон	±, т/га и %
Озимая пшеница	1,98	2,96	+0,98/49,5	4,56	5,02	+0,46/10,1
Сахарная свекла	8,00	15,24	+7,24/90,5	30,13	39,24	+9,11/30,2
Кукуруза на зерно	3,66	5,44	+1,78/48,6	5,23	5,65	+0,42/8,0
Подсолнечник	1,40	1,59	+0,19/13,6	2,0	2,16	0,16/8,0

Табл. 3 Доля почвенного плодородия в формировании урожайности культур при их возделывании в севообороте и в бессменных культурах (НИИПК «Селекция», г. Бельцы, Республика Молдова), средняя за 1994-2016 г.г., %

Культуры	Чередование культур, бессменные посевы	Удобренность	
		Удобренный фон	Без удобрений
Озимая пшеница	1	89,9	100
	2	50,5	100
Сахарная свекла	1	69,8	100
	2	9,5	100
Кукуруза на зерно	1	72,8	100
	2	51,4	100
Подсолнечник	1	92,0	100
	2	86,4	100







- Урожайность культур выше в севообороте, чем на бессменных посевах, как на удобренном, так и на неудобренном фонах
- Эффект севооборота, в среднем за 1994- 2016 г.г. составляет:

	Без удобрений	Удобренный фон
Озимая пшеница	130,3	69,6
Сахарная свекла	276,6	157,5
Кукуруза на зерно	42,9	3,86
Подсолнечник	42,9	35,8

- Эффект удобрений (прибавка в урожае от удобрений) значительно выше в бессменных посевах, чем в севообороте, особенно для:
 - Озимой пшеницы (+0,98/49,49,5%)
 - Сахарной свеклы (+7,24/90,5%)
 - Кукурузы на зерно (1,78/48,6%)
- Доля почвенного плодородия в формировании урожайности культур значительно выше в севообороте, чем в бессменных посевах культур

- Большая доля почвенного плодородия в формировании урожайности в севообороте и меньшая доля в бессменных посевах с одновременным ростом прибавки в урожае культур от удобрений в бессменных посевах свидетельствует о снижении функциональности почвы в бессменных посевах и о худшем состоянии здоровья почвы и здоровья корневой системы, а следовательно и почвы в бессменных посевах
- Питание растений более благоприятно в севообороте по сравнению с бессменным возделыванием культур
- Неспособность корневой системы растений обеспечить потребность растений в пище и в воде компенсируется в традиционном узкоспециализированном земледелии, с меньшим разнообразием культур, большими дозами внесения минеральных удобрений и пестицидов в «борьбе» с вредителями, болезнями и сорняками, что чревато ухудшением экономического, экологического и социального состояния аграрного сектора

Табл. 4 Урожайность озимой пшеницы после различных предшественников в севообороте, а также в бессменных посевах, средняя за 1994-2016 г.г., НИИПК «Селекция», г. Бельцы, Р. Молдова, т/га и %

Севооборот, Бессменные культуры	Предшественник озимой пшеницы	Удобренность		± от удобрений, т/га и %	Снижение урожайности по сравнению с вико- овсянной смесью на зел. массу, т/га и %	
		Без удобрений	Удобренный фон		Без удобрений	Удобренный фон
Севооборот	Вико-овсяная смесь на зелёную массу	4,56	5,02	+0,46/ 10,1%	-	-
	Кукуруза на силос	3,35	4,56	+1,21/ 36,1%	-1,21/ 26,5%	-0,46/9,2%
	Кукуруза на зерно	2,67	3,66	+0,99/ 37,1%	-1,88/ 41,5%	-1,36/27,1%
Бессменные культуры	Озимая пшеница	1,98	2,96	+0,98/ 49,5%	-2,58/ 49,5%	-2,06/41,0%

**Табл.5 Доля почвенного плодородия в формировании урожайности озимой пшеницы (%) в севообороте и в бессменных посевах, средняя за 1994-2016 г.г.
НИИПК «Селекция», г. Бельцы, Р. Молдова**

Севооборот, Бессменные посевы	Предшественники озимой пшеницы	Удобрённый фон	Без удобрений
Севооборот	Вико-овсяная смесь на зелёную массу	89,9	100
	Кукуруза на силос	63,9	100
	Кукуруза на зерно	62,9	100
Бессменные посевы	Озимая пшеница	50,5	100

- В почве с большим разнообразием культур в севообороте, особенно при наличии многолетних трав, формируются более благоприятные агрофизические и биологические показатели почвенного плодородия :
 - Изменения в структуре почвы ввиду её уплотнения под воздействием тяжелой техники препятствует развитию корневой системы, тем самым снижая количество питательных веществ и влаги, которые могли бы быть усвоены растениями
 - Снижение содержания органического вещества почвы вследствие интенсивной отвальной вспашки уменьшает водоудерживающую способность почвы, делая культуры более чувствительными к дефициту воды и засухам в течение вегетационного периода

- Урожайность отдельных культур в севообороте, равно как и продуктивность всего севооборота на фоне отдельного внесения навоза не уступает урожайности культур на фоне совместного внесения навоза с минеральными удобрениями или отдельного внесения минеральных удобрений
- Многолетние травы (люцерна) в севообороте способна накапливать значительно большее количество атмосферного азота, чем горох на зерно, особенно на неудобренном фоне

**Табл. 6 Урожайность культур на фоне разных систем удобрений в севообороте,
средняя за 1990-2016 г.г., т/га и %**

Системы удобрений в севообороте	Культуры											
	В/о смесь на з/м		Озимая пшеница		Сахарная свекла		Кукуруза на зерно		Яровой ячмень		Подсолнечник	
	т/га	± т/га и %	т/га	± т/га и %	т/га	± т/га и %	т/га	± т/га и %	т/га	± т/га и %	т/га	± т/га и %
Без удобрений	15,34	-	4,12	-	29,05	-	6,33	-	2,32	-	1,94	-
НРК	18,43	+3,09/ 20,1	5,01	+0,89/ 21,6	38,01	+8,96/ 30,8	7,11	+0,78/ 12,3	3,24	+0,92/ 39,7	2,10	+0,16/ 8,2
15 т/га навоз + НРК	20,72	+5,38/ 35,1	5,11	+0,99/ 24,0	42,29	+13,24/ 45,6	6,89	+0,56/ 8,8	3,67	+1,35/ 58,2	2,18	+0,24/ 12,4
15 т/га навоз	19,96	+4,62/ 30,1	5,06	+0,94/ 22,8	40,86	+11,81/ 40,6	6,86	+0,53/ 8,4	3,40	+1,08/ 46,5	2,18	+0,24/ 12,4

Табл. 7 Накопление азота в надземной биомассе гороха на зерно и люцерны на зелёную массу а также использование азота следующими культурами севооборота, средняя за 1996-2008 г.г., кг/га и кг/га севооборотной площади

Культуры	Фон удобренности	Азот накопленный в надземной биомассе	Азот используемый из почвы последующими культурами	Общее количество азота, кг/га	Количество азота, кг/га севооборотной площади
Люцерна 3-го года жизни после первого укоса	Без удобрений	278.1	103.7	381.8	54.6
	Навоз+NPK	304.7	26.2	330.9	47.2
	Без удобрений	64.0	37.6	101.6	14.5
Горох на зерно	Навоз+NPK	68.5	11.9	80.4	11.5

- Данные многофакторного опыта по изучению действия и взаимодействия ротации культур, систем обработки и удобрения почвы свидетельствуют о возможности значительного сокращения производственных затрат при включении в севооборот многолетних трав

Табл. 8 Урожайность культур в севообороте с и без многолетних трав на фоне сочетания отвальной и безотвальной системы обработки почвы в севообороте, многофакторной опыт НИИПК «Селекция», г. Бельцы, Р. Молдова, средняя за 1996-2016 г.г., т/га и %

Культуры	Севооборот									
	С многолетними травами					Без многолетних трав				
	Без удобр.	Навоз		Навоз + NPK		Без удобр.	Навоз		Навоз + NPK	
		т/га	± т/га, %	т/га	± т/га, %		т/га	± т/га, %	т/га	± т/га, %
Озимая пшеница	4,40	4,44	+0,04/ 0,9%	4,51	+0,11/ 2,5%	2,85	3,30	+0,45/ 15,8%	4,07	+1,22/ 42,8 %
Сахарная свекла	33,9	37,4	+3,5/ 10,3%	38,2	+4,3/ 12,7%	27,2	34,9	+7,7/ 28,3%	39,1	+11,9/ 43,7%
Кукуруза на зерно	5,14	5,14	0	5,31	+0,17/ 3,3%	4,76	4,99	+0,23/ 4,8%	5,06	+0,30/ 6,3%

Табл. 9 Урожайность культур в севообороте с и без многолетних трав на фоне безотвальной обработки почвы в севообороте, многофакторный опыт НИИПК «Селекция», г. Бельцы, Р. Молдова, средняя за 1996-2016 г.г. , т/га и %

Культуры	Севооборот									
	С многолетними травами					Без многолетних трав				
	Без удобр.	Навоз		Навоз + NPK		Без удобр.	Навоз		Навоз + NPK	
		т/га	± т/га, %	т/га	± т/га, %		т/га	± т/га, %	т/га	± т/га, %
Озимая пшеница	4,32	4,42	+0,10/ 2,3%	4,55	+0,23/ 5,3%	2,82	3,23	+0,41/ 14,5%	4,16	+1,34/ 47,5%
Сахарная свекла	30,8	35,5	+4,7/ 15,3%	36,6	+5,8/ 18,8%	29,9	32,8	+2,9/ 9,7%	35,3	+5,4/ 18,1%
Кукуруза на зерно	5,05	5,11	+0,06/ 1,2%	5,20	+0,15/ 3,0%	4,74	4,82	+0,08/ 1,7%	4,93	+0,19/ 4,0%

- **Качественная (здоровая) почва является среди наиболее значимых принципов предупреждения а не «борьбы» с вредителями, болезнями и сорняками:**
 - Избежать уплотнения почвы;
 - Избежать избыток легкодоступных элементов минерального питания, которые стимулируют рост сорняков, поражение болезнями и вредителями;
 - Здоровая почва обеспечивает здоровую корневую систему, а растения обладают более высокой конкурентной способностью против сорняков, при более рациональном использовании воды и питательных веществ;
 - На почве с высоким уровнем плодородия наблюдаются небольшие различия в урожайности в зависимости от степени засоренности посевов. На почвах с низким уровнем плодородия засоренные посевы снижают в значительно большей степени урожайность культур, чем на высокоплодородных почвах;
 - Успех в подавлении сорняков культурными растениями определяется преимуществом культуры над сорняками в первой 1/3 части вегетационного периода;
 - Сорняки являются следствием ошибок допущенных в разных составных звеньях системы земледелия.











Махатма Ганди перечислял 7 грехов человечества :

1. Богатство без работы
2. Удовольствие без сознания
3. Знания без осознанности
4. Торговля без морали
5. Политика без принципов
6. Религия без жертвования
7. Наука без человечности

Если бы он жил сегодня он бы еще добавил :

8. Технологии без мудрости
9. Воспитание без целеустремлённого использования знаний
10. Человечество без сознания

Спасибо за внимание!