

# Почему важны длительные полевые опыты?

Paul Poulton

Rothamsted Research



# Почему важны длительные полевые опыты?

Длительные полевые опыты представляют наилучший практический способ изучения влияния элементов систем земледелия и глобальных изменений на почвенное плодородие, устойчивость урожаев и другие природоохранные вопросы

Известно, что многие из воздействующих на данные свойства факторы могут потребовать много лет, чтобы их действие проявилось.

# Использование длительных опытов (1)

- Ведущиеся опыты: на различных типах почв (в различных климатических зонах) с различными вариантами и элементами систем земледелия как территории на которых могут базироваться другие исследования
- Архивные образцы: позволяют оглянуться назад и изучить длительное влияние вариантов, элементов системы и атмосферных выпадений на культуры и почвы.
- Длительные временные ряды данных: фундаментальные в оценке устойчивости агроэкосистем, особенно в отношении глобального изменения климата

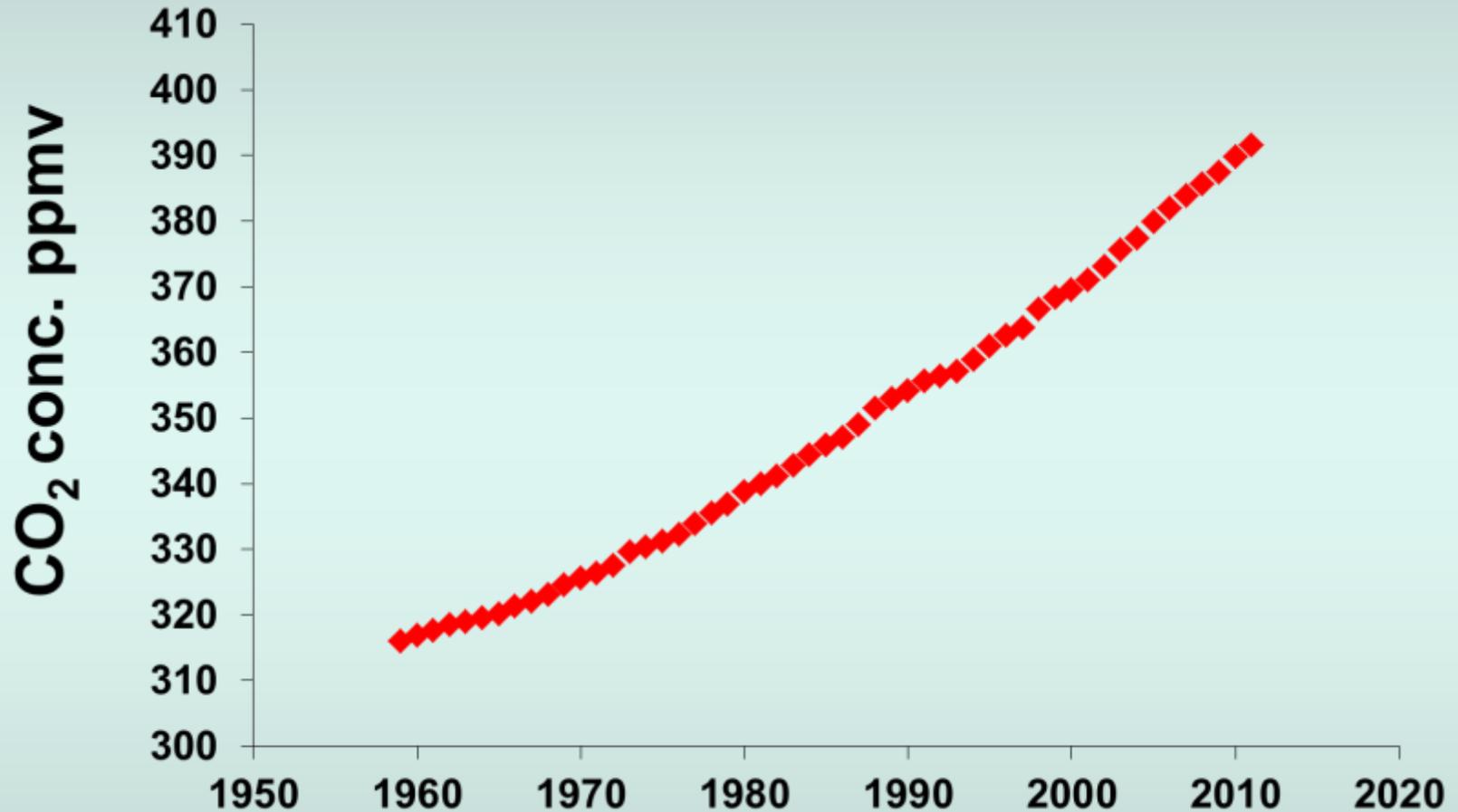
# Использование длительных опытов (2)

- Влияние факторов – напр., минеральных и органических удобрений, севооборотов, пестицидов на урожай сельхозкультур
- Качество почвы: гумус, подкисление
- Плодородие почвы: цикл элементов питания
- Влияние сельскохозяйственного производства на окружающую среду (вода, атмосфера)
- Влияние окружающей среды на сельское хозяйство (особенно поступление загрязнителей из атмосферы, глобальное изменение климата)
- Данные для моделирования – развития и тестирования моделей

Известно, что длительные полевые опыты в мире ведутся при

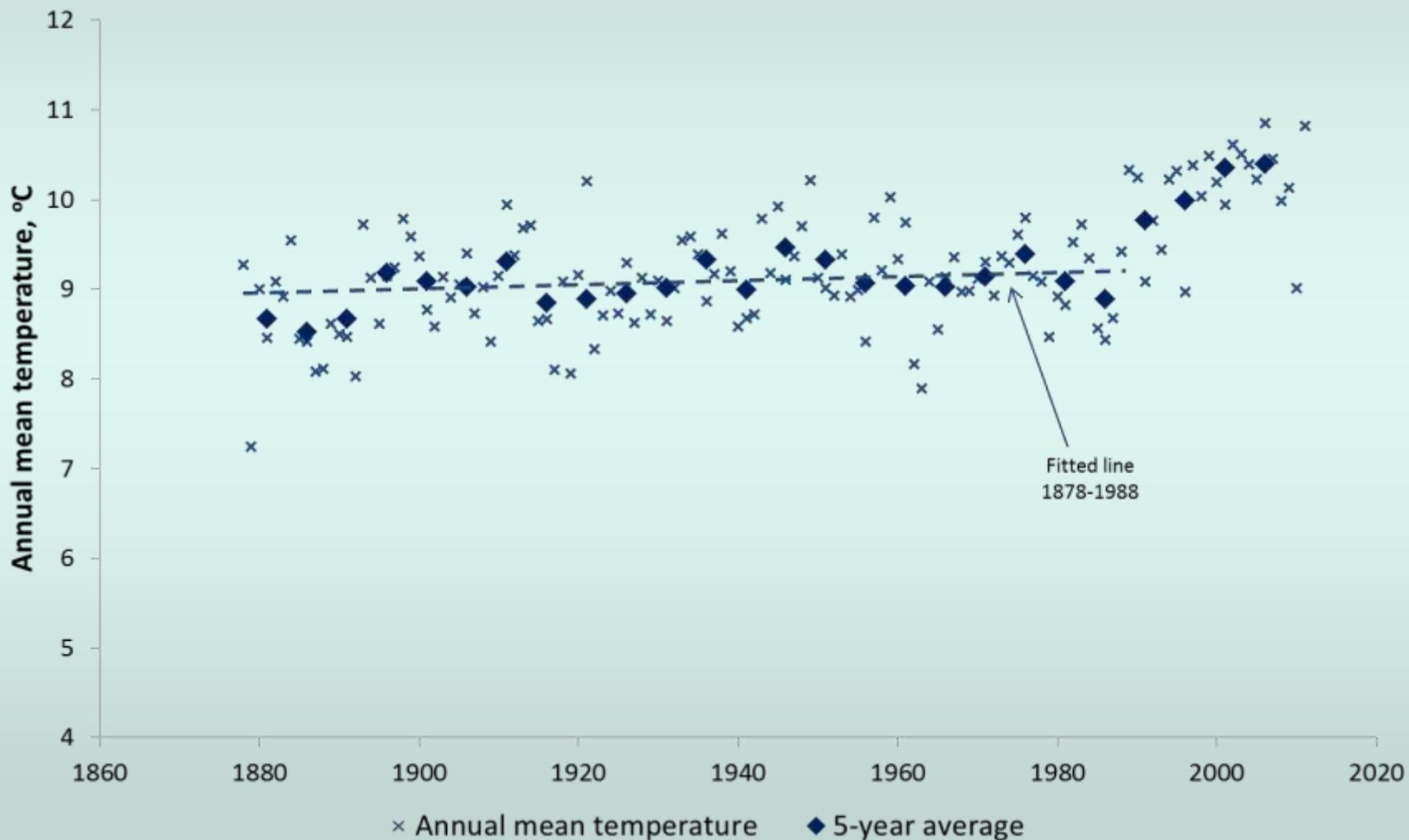
- Повышении концентрации атмосферного  $\text{CO}_2$
- Пространственно локализованном поступлении атмосферных выпадений (N,S промышленного происхождения и ТЭЦ
- Росте температуры
- Росте населения

# Рост атмосферной концентрации диоксида углерода

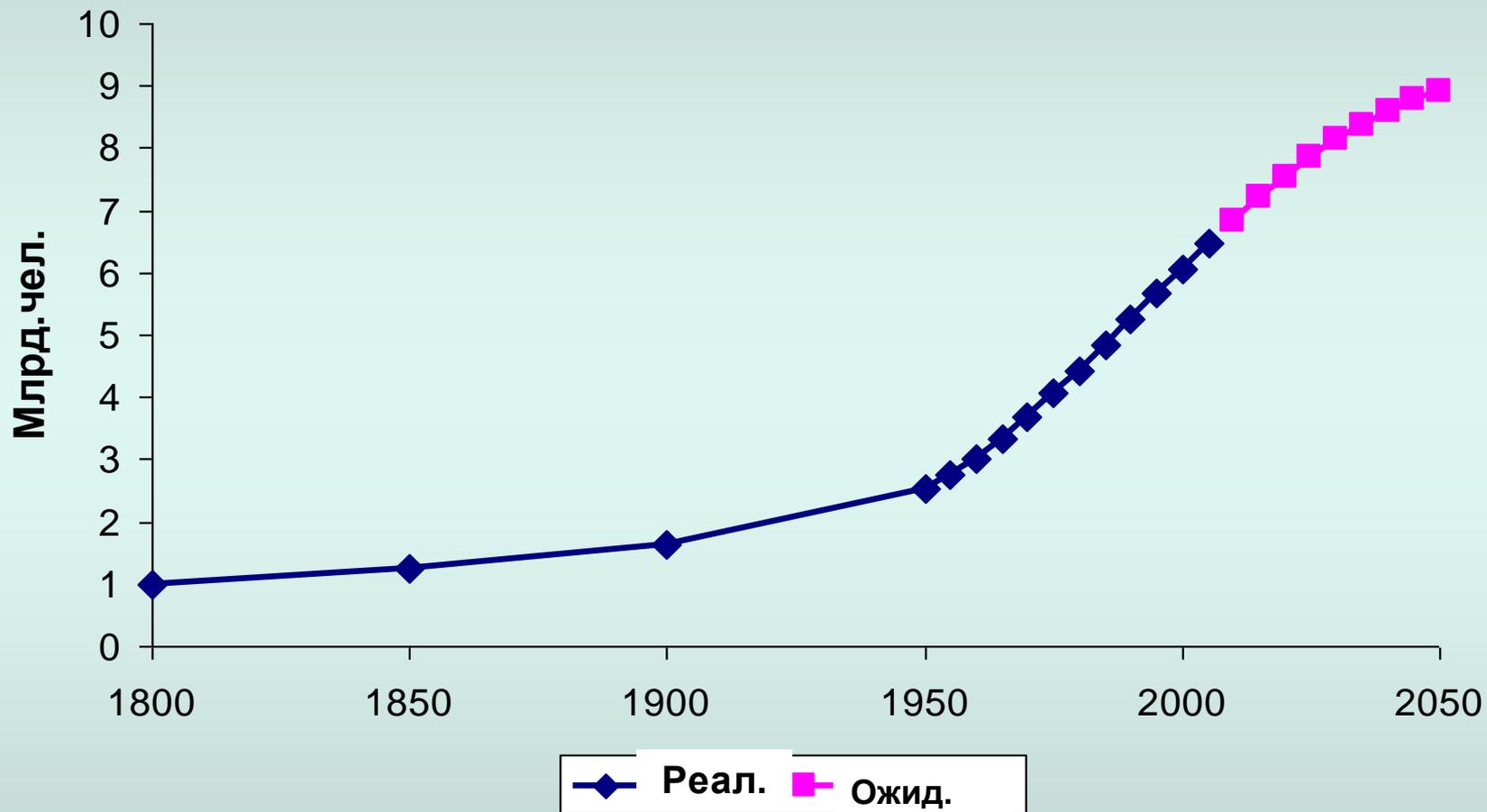


(Moana Loa data; Keeling & Whorf)

# Средняя ежегодная температура, Ротамстед 1878-2011.



# Население мира



Роамстед проводит около 20 длительных опытов на различных типах почв в 3 экспериментальных хозяйствах СВ Англии

Ротамстед (тяжелый суглинок) 16 – 170 лет

Вобурн легкий суглинок 16 – 75 лет

Саксмундхэм(опесчаненный ТС) 112 лет

Умеренный климат, 650-700 мм осадков в год

Exhaustion Land 1856 -

Влияние на урожай:

К действие и последствие

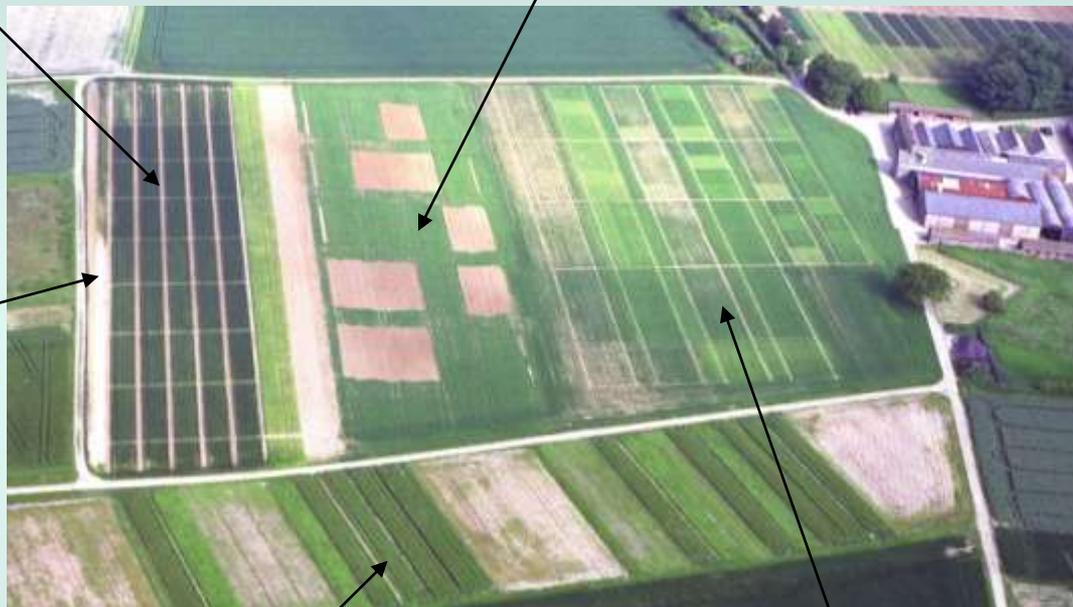
P действие и последствие

Бессменная

кукуруза 1997 -

C3 и C4 культуры

«Кислая  
полоса»



Луг-пашня 1948 -

Накопление и потеря гумуса

Бессменный ячмень Хусфилд  
1852 -

Влияние NPK и навоза на урожай

$^{15}\text{N}$  для изучения внесенного N

Исследования денитрификации итд.

# Вобурн



Интенсивное возделывание  
зерновых 1876 - 1990

Бессменная кукуруза 1997 -

Внесение органических  
удобрений 1964 -

Известкование 1962 -

Луг-пашня 1938 -

# Необходимость модификаций

Для того, чтобы длительные опыты оставались важными для современного сельского хозяйства и природоохранных вопросов, они должны быть регулярно оцениваемы и при необходимости изменяемы.

Они НЕ должны рассматриваться как музейные экспонаты, которые остаются неизменными

Длительные опыты имеют ограничения и в одном опыте все вопросы невозможно решить.

Эксперимент с озимой пшеницей Брудбалк служит иллюстрацией изменений в опыте на урожай зерна

Вначале возделывали озимую пшеницу с 1843 г. в 20 вытянутых полосах-вариантах...



1925



2003

...сейчас расщепили на 10 секций, образовав 197 делянок. К бессменной пшенице добавлен для сравнения севооборот, чередующий пшеницу, овес и кукурузу.



Как проведенные модификации  
помогли поддерживать или  
увеличивать урожай?

# Брудбалк: урожаи, сорта и модификации

Урожай зерна, т/га 15%  
влажность



К 1960 длинностебельные сорта заменялись и основные изменения были необходимы для того, чтобы полевой опыт остался важен для современного сельского хозяйства



В 1968 г. опыт разделили на 10 секций; другие модификации включали:

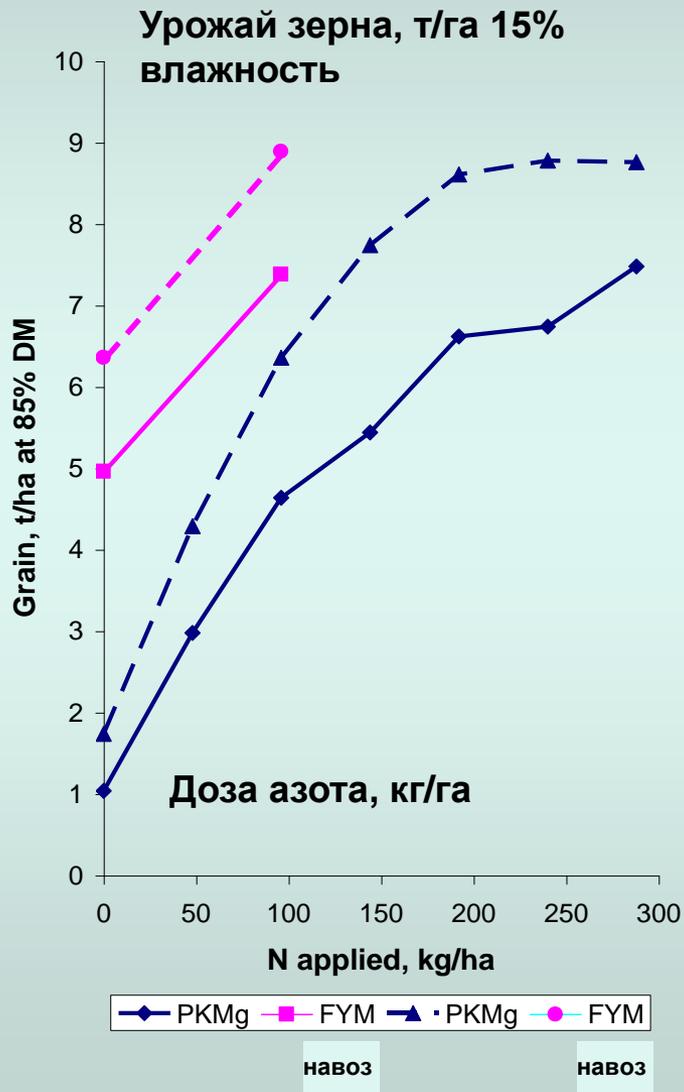
- Посев новых короткостебельных культур
- Севооборот на некоторых секциях
- Повышение доз N
- Введение фунгицидов для достижения потенциала урожайности

# Брудбалк: урожаи, сорта и модификации

Урожай зерна, т/га 15%  
влажность



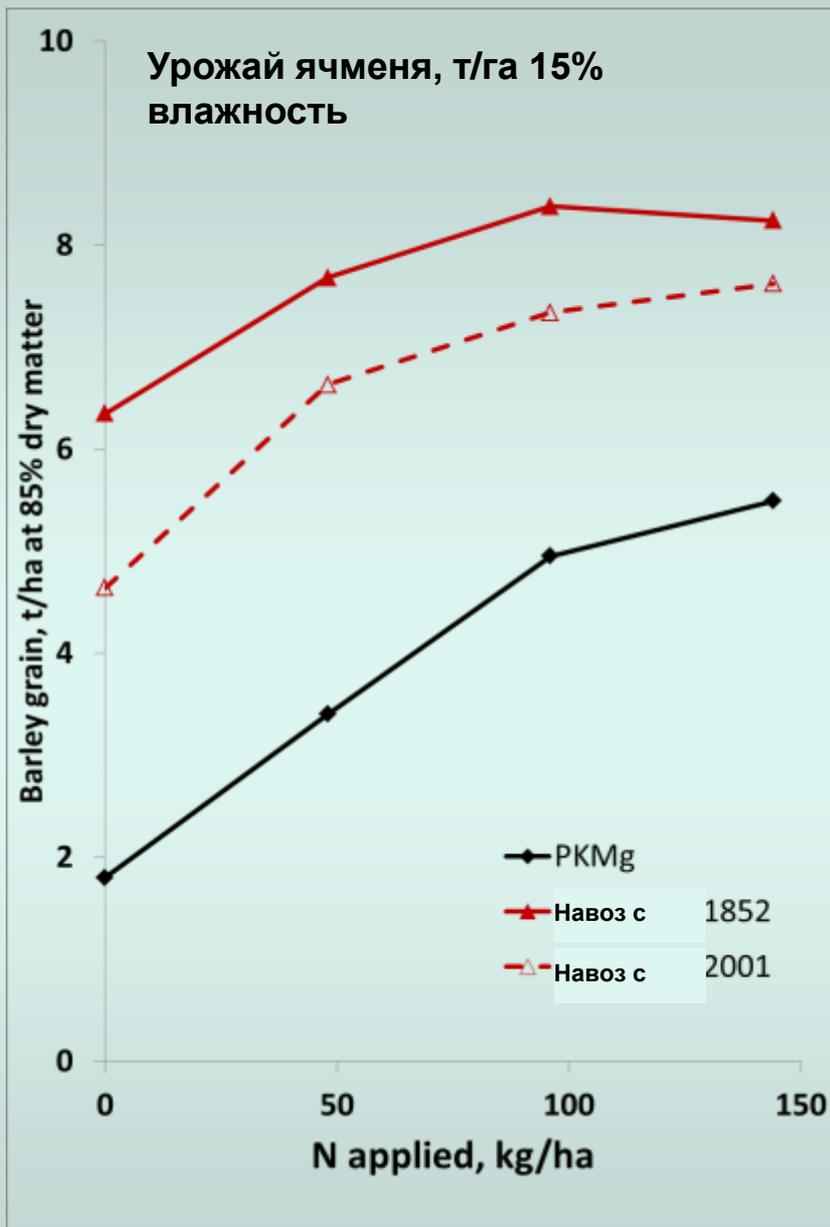
# Брудбалк, 1996-2000: Влияние севооборота на урожай



1 пшеница после 2-летнего перерыва

Пшеница бессменно

Наилучший урожай достигнут на варианте навоз + дополнительный минеральный N или PKMg + высокие дозы N



Доза азота, кг/га

Введение высокоурожайных сортов ячменя в эксперименте Хусфилд показало, что урожай на почвах, получающих навоз, не мог быть достигнут внесением только минеральных удобрений

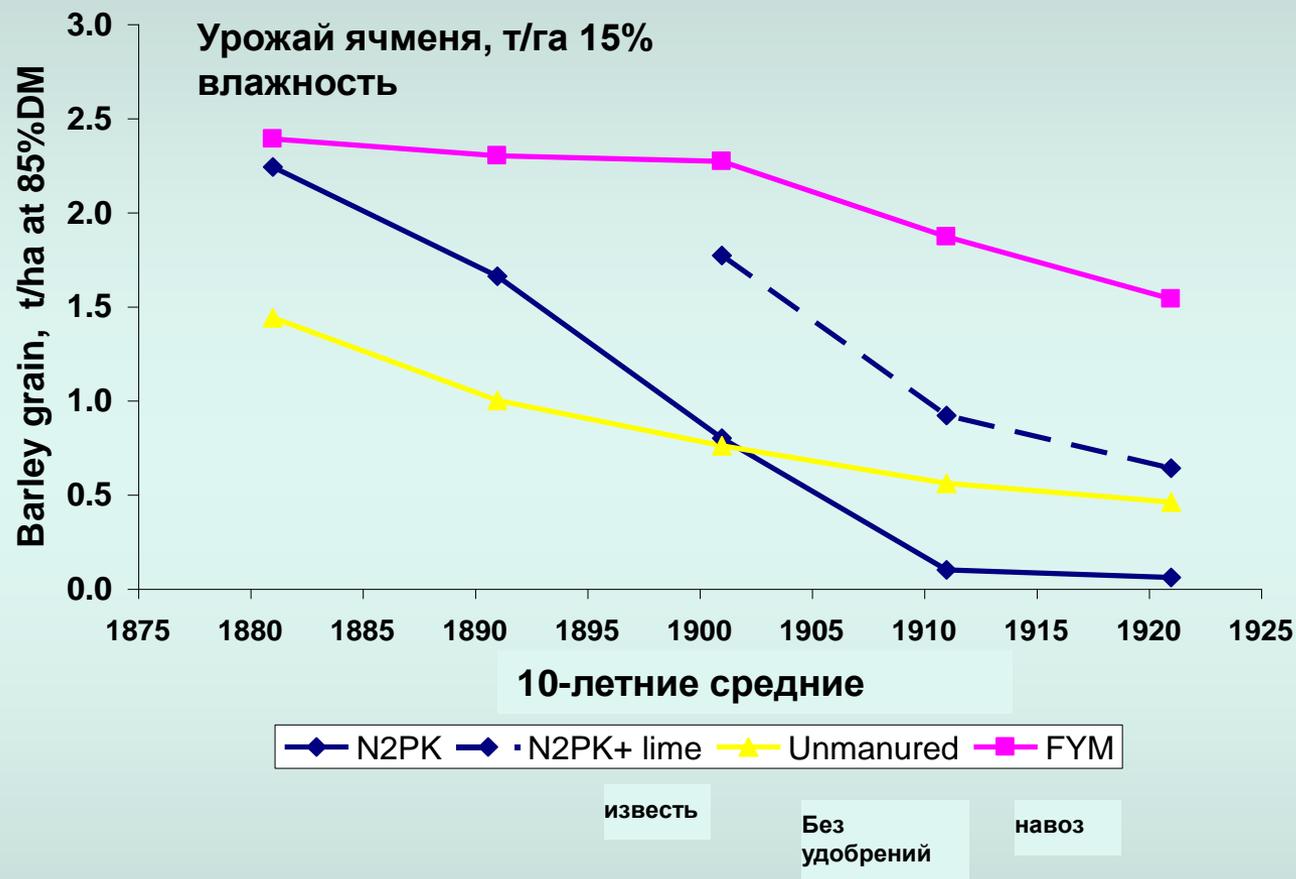
При меньшем вегетационном периоде яровой ячмень лучше развивается при наличии дополнительного N от минерализации навоза, что не компенсируется внесением минеральных N удобрений.

На данном типе почв, урожай пшеницы и ячменя могут поддерживаться при внесении минеральных либо органических удобрений и возрастая при увеличении доз минеральных удобрений либо при внесении навоза и дополнительно N.

Чтобы достичь этого, необходимо контролировать pH почвы, рост сорняков, распространение вредителей и болезней, вводиться новые сорта, способные использовать более высокие, если это необходимо, дозы

HO !

На песчаных почвах в Вобурне беспрерывно возделывать зерновые невозможно из-за проблем с кислотностью и вредителей



А в Ротамстеде невозможно возделывать беспрерывно корнеплоды и бобовые из-за вредителей и болезней

# Почва и гумус



Почва является основным резервуаром для  $\text{CO}_2$  в форме гумуса.

Гумус играет определяющую роль в:

- Плодородии почвы
- Развитии сельхозкультур
- Устойчивости систем земледелия.

# Органическое вещество почв

Запас ОВ почвы зависит от :

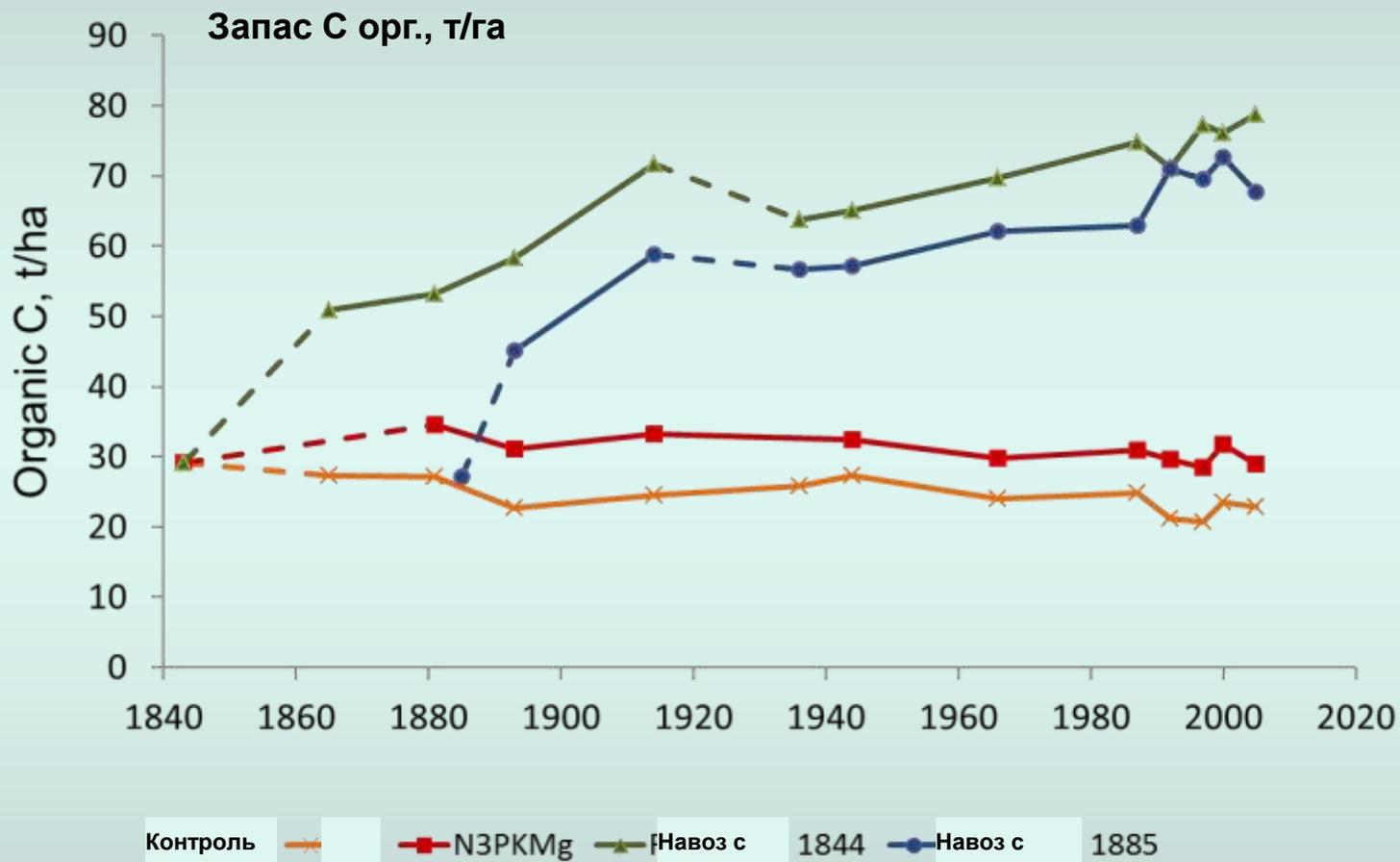
- Поступления органического материала
- Скорости окисления его

Оба фактора определяются :

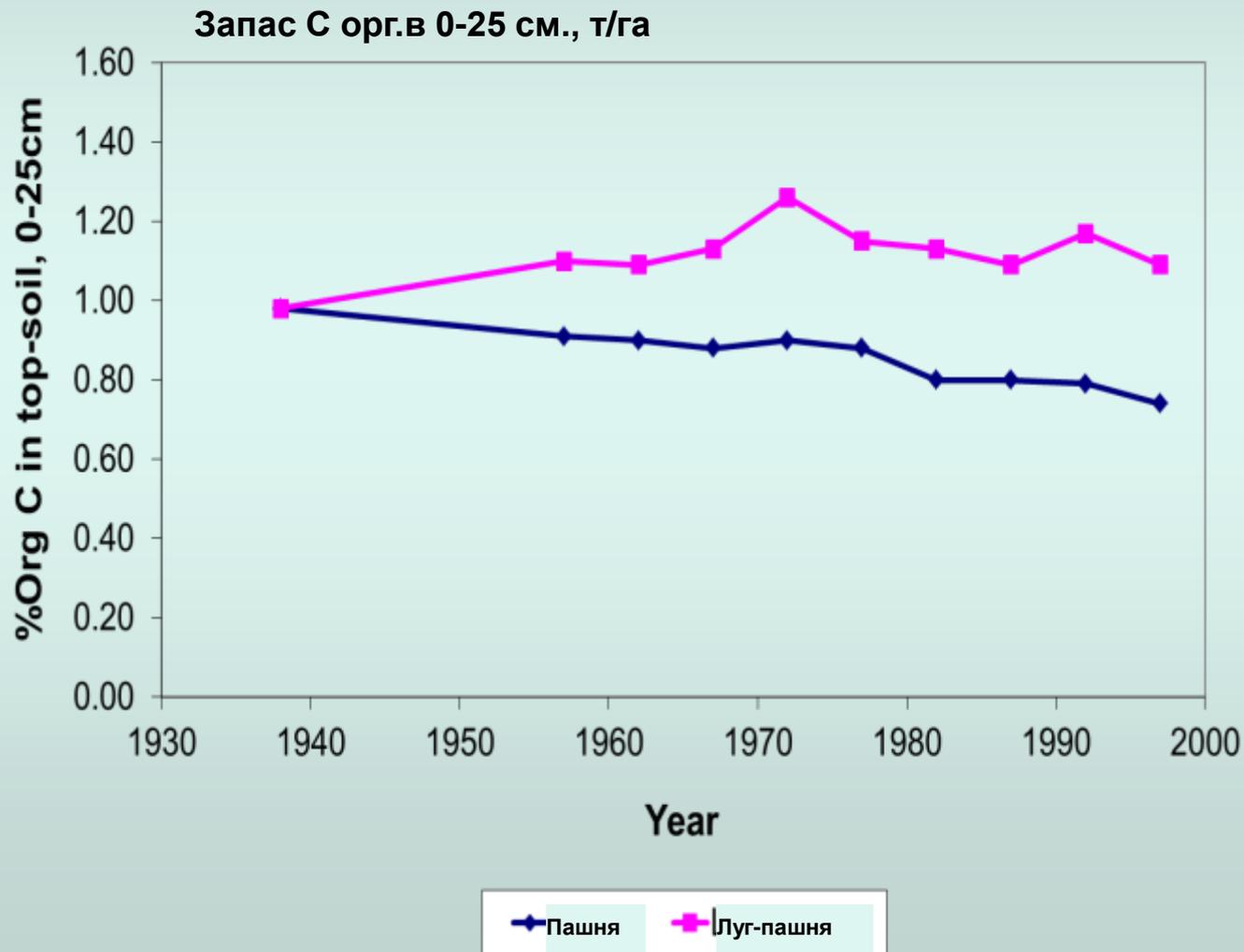
- Землепользованием и системой земледелия
- Типом и гранулометрическим составом почвы, особенно содержанием илистой фракции
- Глубиной профиля
- Климатом – температурой и влажностью

Все системы стремятся к равновесной величине ОВ

# Брудбалк; запас орагнического С (т/га) в пахотном слое.

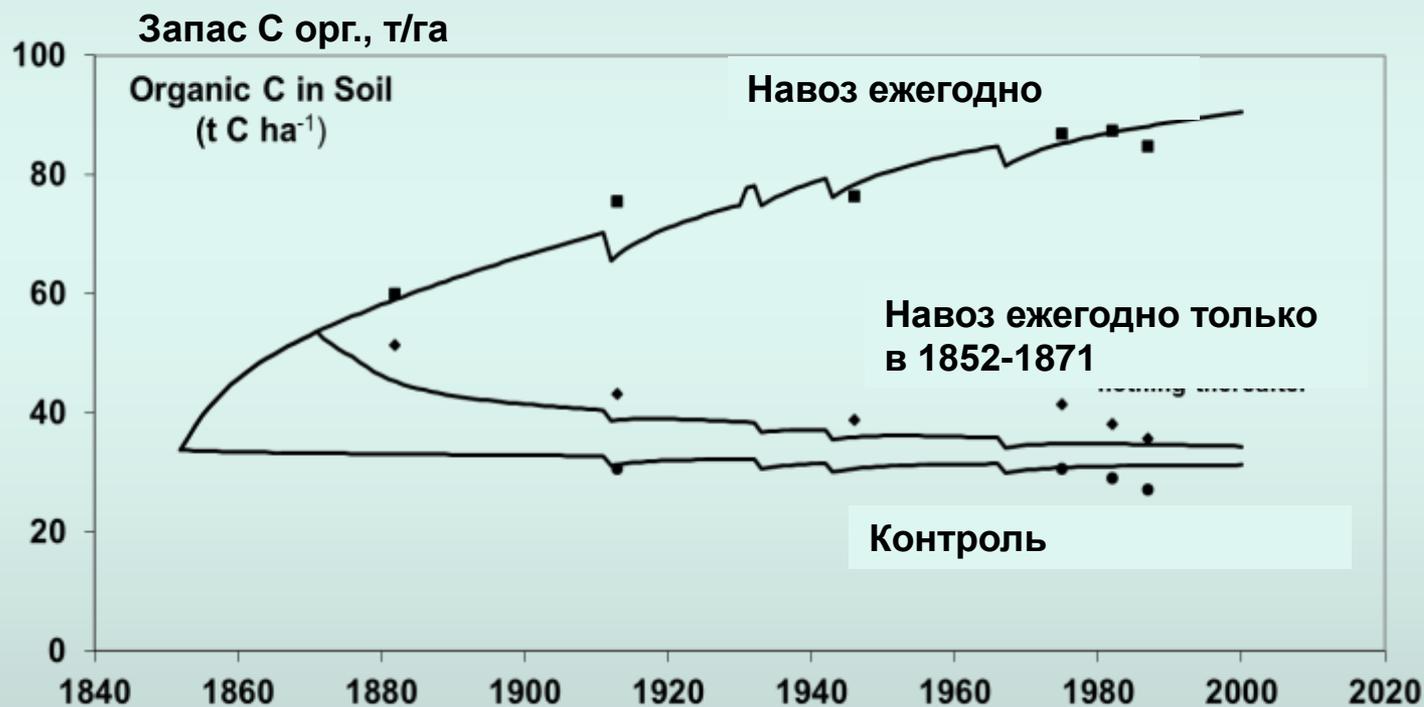


На песчаной почве в Вобурне наблюдалось постепенное снижение запасов ОВ на участках, где возделывались зерновые, залужение поддерживало запасы ОВ



Данные длительных опытов были использованы для построения и настройки модели RothC, широко используемой для моделирования круговорота С в пахотном слое почвы. Недавно разработана модель и для подпахотного слоя .

**Hoosfield Continuous Barley Experiment  
Data modelled by RothC-26.3 (Solid lines)**





Ротамстед:  
Постоянное залужение



Китай: пашня

Сеть длительных опытов: новые возможности сравнения и контрастные результаты по различным типам почв, севооборотам и климатическим зонам



Испания: пашня



Ротасмтед: пашня

# Сети опытов – ряд с подробными сайтами...

**LONG-TERM SOIL EXPERIMENTS** ----- for the advanced study of global soil change

Global Soil Change Workshops/Meetings

- About SOC 11
- About SOC 10
- About SOC 09
- SOC 09 (MAGS) 11
- Objectives & Schedule
- Workshop
- Participation Points
- Workshop Roster 11
- About SOC 07
- Workshop Summary
- Posters and oral presentations
- Post workshop discussion

Inventory

- Systems
- Images
- LTSEs
- Maps
- People
- Publications
- ERTSs
- Statistics
- Subnetworks
- Tips on Finding LTSEs

Resources

- Contact
- Registration
- Home
- Help - User Guide

We aim to expand observations and synthesis of global soil change by promoting long-term soil-ecosystem studies (LTSs). This global inventory in real-time has grown to nearly 300 studies worldwide! We seek multidisciplinary scientists, science administrators, land managers, students, institutions & the general public to help build this inventory and network.

Dan Richter, Mike Moldenhauer, Marc Callaway, David Parton, & Pat Smith  
Duke Univ., USDA Forest Service, Rothamsted Research, & Univ Aberdeen

Inventory Images LTSEs People Publications Statistics Subnetworks

All Map Event Map Image Map LTSEs LTSE Map - Large People Map

How to add content?

Map Satellite Hybrid



Events Images LTSEs People

<http://ltse.env.duke.edu>

...другие как стандартная сеть типа сети длительных опытов Китая, вкл. 8 экспериментов

2010-2014 [www.expeeronline.eu](http://www.expeeronline.eu)

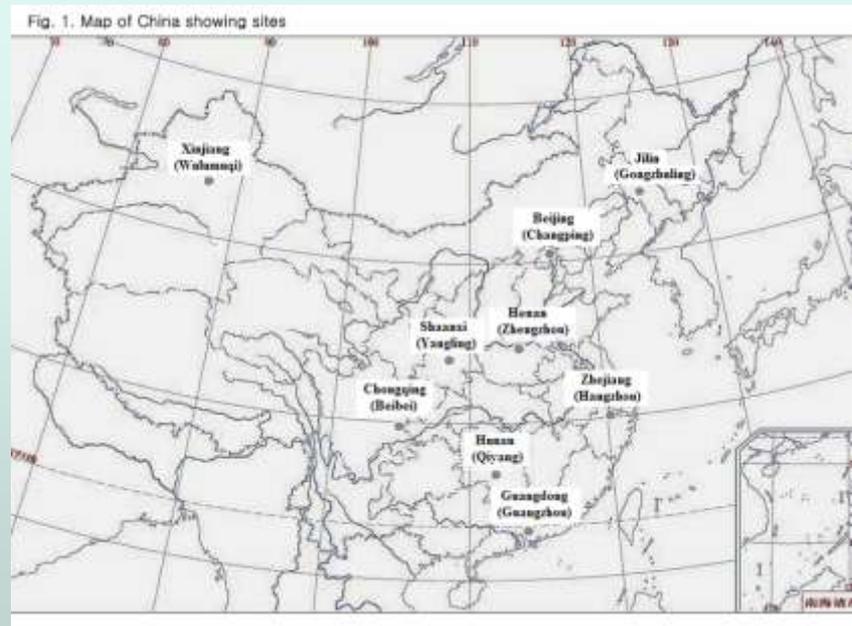


> 37 partners from research institutes and universities from 19 countries across Europe

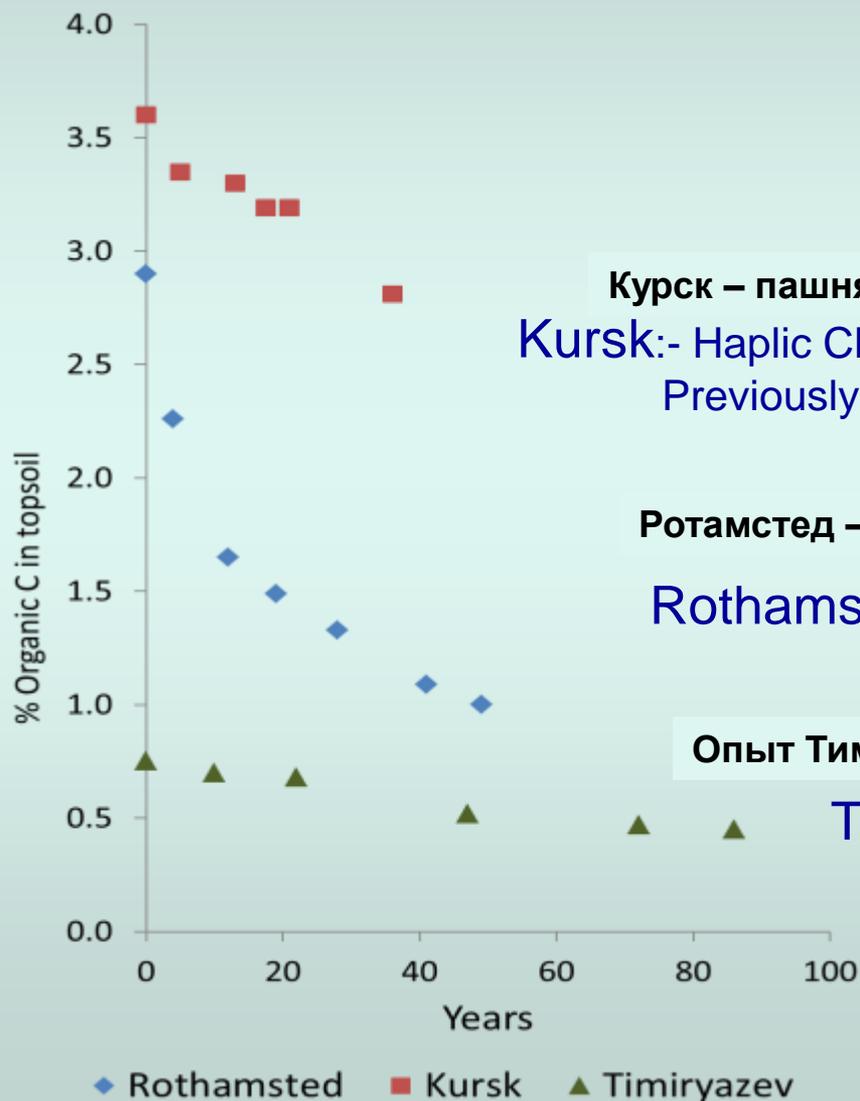
## ExpeER Experimentation in Ecosystem Research



ExpeER brings together, for the first time, existing European infrastructures in the field of ecosystem research to improve their research capacity and to encourage their wider use.



Недавно основана сеть опытов с бессменным парованием, включая опыт в Курске и Ротамстеде. Цель – попытаться установить количество стабильного органического углерода для различных почв.



Курск – пашня до закладки опыта  
Kursk:- Haplic Chernozem  
Previously in long-term arable

Ротамстед – залужение до закладки опыта

Rothamsted:- Chromic Luvisol  
Previously in long-term grass

Опыт Тимирязевской академии – пашня до закладки опыта

Timiryazev:- Epistagnic Albeluvisol  
Previously in long-term arable

Data from Barre et al, 2010  
Kogut et al, 2010  
Alferov & Safonov, 2002

# Дополнительные измерения

Длительные опыты с разнообразием типов почв, элементов систем земледелия, расположением и хорошо документированной историей являются идеальными объектами для дальнейших исследований. В Ротамстеде такие исследования включают:

- цикл и процессы N , включая использование  $^{15}\text{N}$  для отслеживания внесенного N и измерения общей минерализации итд.
- выщелачивание P
- емкости почв как резервуара метана
- экспрессии отдельных генов в эндосперме зерна пшеницы в ответ на применение минерального или органического N

Архив образцов Ротамстеда включает около 300,000 растительных, почвенных образцов, образцов удобрений и навоза.

Анализы позволяют заглянуть назад на более чем 160 лет на многие аспекты почвенного плодородия и загрязнения, которые невозможно было представить во время их отбора



# Архивные образцы использованы для :

Изучения загрязнения ураном, плутонием, кадмием, серой, ПАУ, диоксидами, полибромдифенилэфирами итд.

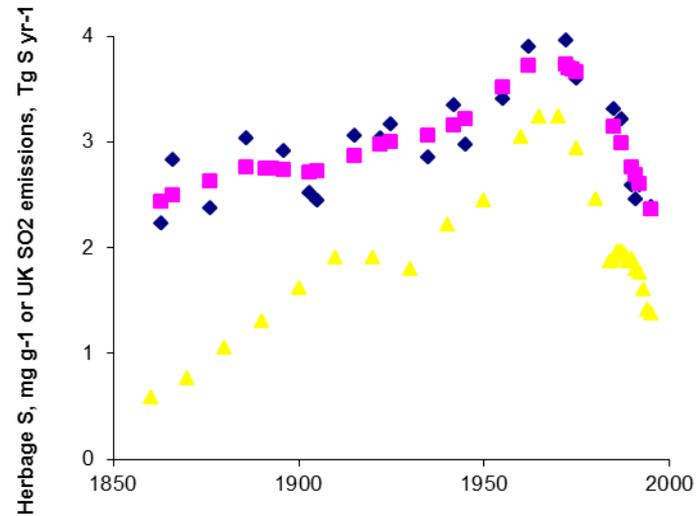
Измерения органического С почвы и  $^{14}\text{C}$  при создании и настройки Ротамстедских моделей ОВ RothC-26.3 и RothPC-1; описывающих круговорот С в пахотном и подпахотных слоях почвы.

Измерение  $^{13}\text{C}$  в растительности для изучения эффективности водопотребления в условиях роста атмосферного  $\text{CO}_2$  .

Выделения ДНК растительного материала, грибных патогенов и почвенных бактерий.

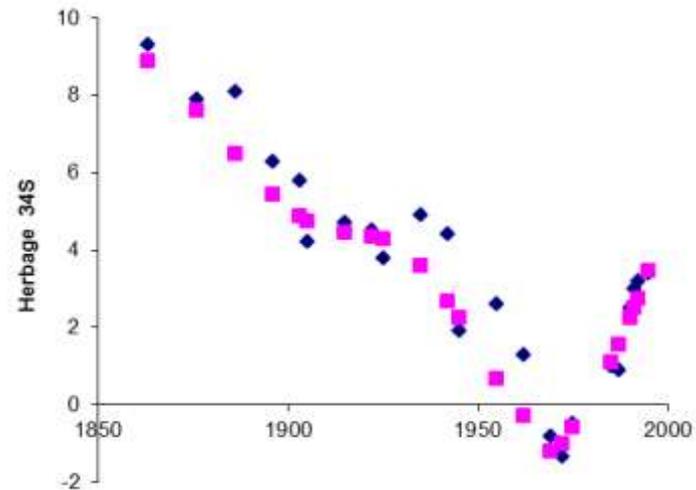
Как одно исследование серы с архивными образцами помогло объяснить результаты более позднего исследования

Fig.11 Park Grass. The effect of changes in emissions of SO<sub>2</sub> in the UK on herbage S (a) and herbage 34S (b)



Содержание S в растениях, мг /кг

Эмиссия серы в Великобритании SO<sub>2</sub> 10<sup>12</sup>г S/год



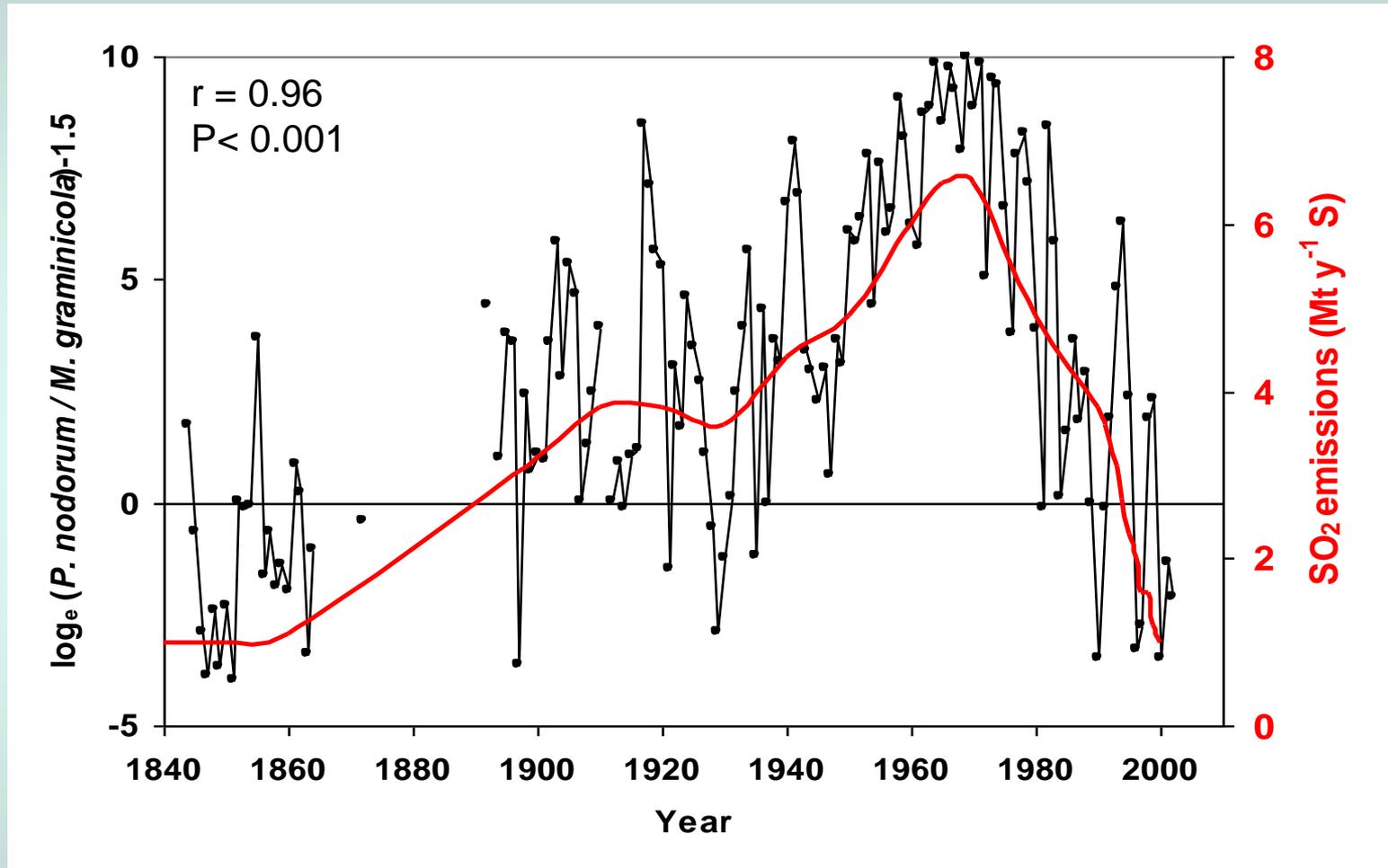
<sup>34</sup>S в растениях



Септориоз – грибная болезнь пшеницы

ДНК двух форм септории, обычной для опыта Брудбалк в различные периоды, начиная с 1840-х гг., выделены из архивных растительных образцов.

# Отношение ДНК патогенов к эмиссии SO<sub>2</sub>



Незначимая либо слабая связь с погодными и агрономическими факторами

Bearchell et al (2005) *PNAS* **102**, 5438-5442

# Заключение (1)

- Длительные полевые опыты – научный ресурс, а НЕ музейный экспонат
- Важнейший ресурс для изучения устойчивого сельского хозяйства и землепользования И фундаментальной науки
- Поддержание сельскохозяйственной значимости опыта , но все исследования в одном эксперименте провести нельзя
- Сохранение и продолжение опытов не означает невозможность изменения после междисциплинарного обсуждения.
- Сохранение важных результатов
- Архивные образцы
- Сеть полевых опытов

## Заключение (2)

Длительные опыты, получаемые в них данные и архивные образцы являются ценным ресурсом , который может использоваться для изучения влияния систем земледелия или глобального изменения на почвенное плодородие, устойчивость урожаев и окружающую среду

# Благодарности

**Лоозу и Джилберту, начинавшим  
работы в Ротамстеде в 1840-х гг.**

Многим поколениям научных и  
технических работников Ротамстеда.

