

# «Здоровая почва - платформа устойчивого агробизнеса»



**Экорегиональное развитие**  
Агробизнеса

**syngenta.**

**12 апреля 2023 года в Ростове на Дону прошло заседание Экспертного совета на тему «Здоровая почва - платформа устойчивого агробизнеса»**

## **Цели экспертного совета**

- Обратить внимание на важность сохранения здоровья почв
- Показать связь между видимыми проблемами и фундаментальными изменения, происходящими почве
- Составить рейтинг проблем со Здоровьем почв
- Оценить их хозяйственное и экономическое значение
- Разработать методологию оценки статуса Здоровья почв
- Наметить регионально-адаптированные меры по улучшению статуса Здоровья почв

# «Здоровая почва - платформа устойчивого агробизнеса»



**Экорегиональное развитие**  
Агробизнеса

**syngenta.**

## Понятие Здоровье почв

Начало обсуждения было сфокусировано на уточнении понятия Здоровье почвы, подразумевающее некоторое разграничение с понятием Плодородие. В настоящее время сформулирован ряд определений понятия - Здоровая почва. В результате обсуждения были выбраны следующие определения, которые на взгляд участников экспертного совета наиболее емко отражают смысл понятия Здоровье почв.

Здоровая почва – почва, обладающая характерными зональными или интразональными признаками и обеспечивающая реализацию потенциала сельскохозяйственных культур в соответствии с природно-климатическими условиями и современными технологиями

Здоровая почва – почва, обеспечивающая реализацию потенциала сельскохозяйственных культур в соответствии с природно-климатическими условиями и современными технологиями

Здоровая почва - способность почвенной биосистемы в заданных пространственных границах поддерживать продуктивность растений, животных, приемлемое качество урожая, воды и воздуха, а также обеспечивать здоровье людей, животных и растений.

# «Здоровая почва - платформа устойчивого агробизнеса»



**Экорациональное развитие**  
Агробизнеса

**syngenta.**

## **Связь между видимыми проблемами и фундаментальными изменениями, происходящими в почве**

Очень важно обращать внимание агрономов – за видимой картиной деградации почв стоят негативные фундаментальные изменения в почве как почвенно-поглощительном комплексе, в структуре ( агрегатное состояние), депозитарии питательных элементов, экосистеме.

Например, «Видимая проблема - высокая зависимость уровня урожайности от погодных условий»

Фундаментальные изменения в почве

- формирование особого цикла в гумусообразовании возделываемых почв,
- изменение структуры микробных сообществ,
- качественные и количественные изменения продуктов жизнедеятельности корневой системы растения,
- нарушение экофункций почв, оцениваемых на основе Интегральный показатель биологического состояния (ИПБС) почвы,
- распыленность верхнего горизонта и потеря агрономически ценной структуры,
- активное развитие водной и ветровой эрозии,
- агроистощение,
- формирование уплотненного горизонта.

# «Здоровая почва - платформа устойчивого агробизнеса»



**Экорациональное развитие**  
Агробизнеса

syngenta.

## Анализ зависимости урожайности озимой пшеницы от погодных условий

Анализ данных урожайности озимой пшеницы в Ростовской области показал, за **1948-1957** год средняя урожайность составляла 11, ц/га, min – 7,7 ц/га (1949), max 14,4 ц/га (1957) разница **1,9 раз**. За **1958-1967** год средняя урожайность составляла 15,4 ц/га, min – 8,8 ц/га (1965), max 23,3 ц/га (1966) разница 2,6 раз. За **1968-1977** год средняя урожайность составляла 20,9 ц/га, min – 13,5 ц/га (1969), max 28,3 ц/га (1963) разница 2,1 раз. За **1978-1987** год средняя урожайность составляла 22,5 ц/га, min – 18,0 ц/га (1979), max 25,3 ц/га (1983) разница 1,4 раз. За **1988-1997** год средняя урожайность составляла 27,2 ц/га, min – 15,6 ц/га (1996), max 31,8 ц/га (1992) разница 2,0 раз. За **1998-2007** год средняя урожайность составляла 26,0 ц/га, min – 18,5 ц/га (2003), max 35,3 ц/га (2004) разница 1,9 раз. За **2008-2018** год средняя урожайность составляла 30,6 ц/га, min – 23,5 ц/га (2013), max 44,9,3 ц/га (2017) разница 1,9 раз.

Нужно отметить, что разница в минимальных и максимальных значениях урожайности озимой пшеницы в середине 20-го века и в начале 21-го века отличается для min и max значений в 3 раза, и разница между min и max значениями внутри периода тоже оставалась практически постоянной 1,9 раз. Влияние погодного фактора на урожайность озимой пшеницы стабильно в течение почти 74 лет. Усовершенствование технологии выращивания озимой пшеницы способствовало повышению как max, так и min значений урожайности. Следовательно, погодный фактор всегда будет влиять на урожайность озимой пшеницы, но задача земледельца сохранить природный потенциал почв и постоянно находить новые технологические решения.

# «Здоровая почва - платформа устойчивого агробизнеса»



**Экорациональное развитие**  
Агробизнеса

**syngenta.**

## Роль и статус деградации органического вещества почвы

Как же мы относимся к своему богатству? На этот вопрос ответит информация о вкладе разных видов деградации в состояние пахотного фонда Ростовской области: 73,7% земель подвержено дефляции, 39,5% - водной эрозии, 40,8% - испытывают агроистощение. В каштановой зоне большой процент земель подверженных осолонцеванию (19,6) и засолению (3,6). Как следствие наблюдается неуклонное снижение содержания гумуса в почве. Так, за период с 1960 по 2020 год содержание гумуса в пахотном горизонте почвы в среднем по области снизилось с 3,86% до 3,1%. Если ограничиться только территориями, где преобладают черноземы, цифры будут немного повыше: 4,22 и 3,55% соответственно. Но если вспомнить, что для тех же черноземов обыкновенных (североприазовских) в 1916 году Л.И.Прасолов указал цифру в 6,1%, то впечатление будет совсем иным. Но может быть причина в изменении климата, о котором сейчас так много говорят? По данным О.Г.Назаренко на реперном целинном участке черноземов обыкновенных (североприазовских) в Персиановской заповедной степи содержание гумуса много лет колеблется примерно около цифры 6,5%. А на таком же черноземе, но под пашней, 3,5%. Опять же по данным ГЦАС «Ростовский» содержание гумуса в среднем по области последние 25 лет остается практически на одном уровне 3,1%. Можно сделать вывод о стабилизации ситуации. Однако этот факт свидетельствует не столько об установлении определённого равновесия почвы с биоклиматическими и производственными условиями Ростовской области, сколько о состоянии системы гумусовых веществ того гумуса, который остался в почвах. Наши исследования показали, что при снижении в черноземе обыкновенном карбонатном содержания гумуса до величины 2,1–2,5% фракционно-групповой состав меняется в сторону значительного превалирования негидролизующего остатка: до 77–83 относительных процентов. Это свидетельствует об уменьшении в составе гумуса активных функциональных групп, представленных в периферийной части молекул гуминовых кислот. Уменьшается, и довольно резко, содержание фульвокислот.

# Образовательный курс

## ЗДОРОВЬЕ ПОЧВЫ

### Оценка состояния почвы и управление ее здоровьем



**Экорациональное развитие**  
Агробизнеса

syngenta.

#### **Влияние техногенных воздействий на структуру микробных сообществ**

Был проведён таксономический анализ почв ландшафтов юга России. Природные ландшафты были представлены чернозёмами различных особо охраняемых территорий, когда как антропогенно-преобразованные – технозёмами территории бывшего озера Атаманское.

Основную массу сообщества (~70%) представляют *Acidobacteria*, *Actinobacteria*, *Proteobacteria* и *Firmicutes*. Остальные филумы представляют от 1 до 10% от сообщества и присутствуют практически во всех образцах. Единственный филум, наблюдение которого нехарактерно для почв ООПТ в основной массе таксонов – это WPS-1. Кроме того, в числе основных (>1%) филумов присутствуют археи, а именно *Thaumarchaeota* и *Euryarchaeota*, представленные практически во всех образцах. Более разнообразная картина наблюдается в группе минорных филумов, представленных в количестве от 0,1 до 1% от сообщества. Так, убиквидами, представляющими данную группу по численности, являются филумы *Saccharibacteria*, *Crenarchaeota*, *Spirochaetales*, *Armatimonadetes*, *Fusobacteria* и *WPS-1*. Характерны также высокие доля и разнообразие архейных фил (*Woesearchaeota*, *Thaumarchaeota*, *Euryarchaeota*, *Crenarchaeota*).

В сравнении с почвами ООПТ, микробные сообщества техногенно-преобразованных почв характерны большей гетерогенностью структуры сообщества. Так, основные бактериальные филы (*Actinobacteria*, *Firmicutes*, *Proteobacteria*) варьируют значительно, занимая от 1-5 до 25-50% от всего сообщества. Кроме них, практически повсеместное присутствие, хоть и в малом количестве (<5%), характерно для филы *Planctomycetes*.

Таким образом, Анализ показал, что чернозёмы характеризуются намного более выровненной структурой микробного сообщества, а также высоким разнообразием архей, когда как технозёмы более гетерогенны и при этом менее разнообразны, избыточно ассоциированными с поллютантами таксонами и практически не содержат архейных фил.

# Образовательный курс ЗДОРОВЬЕ ПОЧВЫ

## Оценка состояния почвы и управление ее здоровьем



**Экорегиональное развитие**  
Агробизнеса

**syngenta.**

### ***Роль корневых выделений, управление корневыми выделениями***

Стимуляция роста микробного сообщества происходит за счет продуктов жизнедеятельности корневой системы растения (корневых депозитов, ризодепозитов). Это понятие включает корневые экссудаты (выделения) низкомолекулярные органические вещества (сахара, спирты, органические и аминокислоты, витамины, гормоны и т.д.), а также высокомолекулярные метаболиты (полисахаридные и белковые слизи, ферменты) и утраченные части растения (слизистые клетки, отмершие участки корня, корневой чехлик и т.д.). Подсчитано, что до 40% углерода, зафиксированного в процессе фотосинтеза, теряется в виде корневых депозитов.

# Образовательный курс ЗДОРОВЬЕ ПОЧВЫ Оценка состояния почвы и управление ее здоровьем



**Экорегиональное развитие**  
Агробизнеса

syngenta.

## Интегральный показатель биологического состояния (ИПБС) почвы

В качестве критерия степени нарушения экофункций предлагается использовать интегральный показатель биологического состояния (ИПБС) почвы, определенный на основе набора наиболее информативных биологических показателей, чувствительных и информативных, первыми реагирующими на внешнее негативное воздействие. При снижении интегрального показателя в той или иной степени происходит нарушение тех или иных экологических функций почвы.

Для объединения большого количества показателей была разработана методика определения **интегрального показателя биологического состояния почвы (ИПБС)**. Данная методика позволяет оценить совокупность биологических показателей. Для этого в выборке максимальное значение каждого из показателей принимается за 100 % и по отношению к нему в процентах выражается значение этого же показателя в остальных образцах.

$$B_1 = (B_x / B_{\max}) \times 100\%, \quad (1)$$

где  $B_1$  — относительный балл показателя,  $B_x$  — фактическое значение показателя,  $B_{\max}$  — максимальное значение показателя.

После этого рассчитывается средний оценочный балл изученных показателей (например, активность разных ферментов, дыхание, содержание гумуса и др.) для образца (варианта), абсолютные значения, которых не могут быть суммированы, так как имеют разные единицы измерения (мг, % и т.д.).

Интегральный показатель биологического состояния почвы рассчитывают аналогично формуле (1):

$$\text{ИПБС} = (B_{\text{ср.}} / B_{\text{ср. max}}) \times 100\%, (2)$$

где  $B_{\text{ср.}}$  — средний оценочный балл всех показателей,  $B_{\text{ср. max}}$  — максимальный оценочный балл всех показателей.

При диагностике загрязнений за 100 % принимается значение каждого из показателей в незагрязненной почве и по отношению к нему в процентах выражается значение этого же показателя в загрязненной почве.

Если значения ИПБС уменьшились менее чем на 5 %, то почва выполняет свои экологические функции нормально, при снижении значений ИПБС на 5-10% происходит нарушение информационных экофункций, на 10-25 % — биохимических, физико-химических, химических и целостных, более чем на 25 % — физических.



# Образовательный курс ЗДОРОВЬЕ ПОЧВЫ

## Оценка состояния почвы и управление ее здоровьем



**Экорациональное развитие**  
Агробизнеса

**syngenta.**

### Водопрочные агрегаты как показатель качества почвы

В черноземах по мере укрупнения водопрочных агрегатов увеличивается и содержание как общего гумуса, так и рыхлосвязанных гуминовых веществ. В осолоделых и оподзоленных почвах более крупные агрегаты содержат в себе больше не только органических веществ, но и поглощенного кальция по сравнению с почвой в целом и распыленной ее частью.

Количественная выраженность структурности почв находится в прямой зависимости не только от валового содержания гумуса, но и от рыхлосвязанных гуминовых веществ — структурообразователей.

Степень агрегации почвенной массы зависит также, с одной стороны, от количества и качества материала, подлежащего склеиванию, или, вернее, от количества тонкопылеватых частиц, и, с другой — от количества и качества клеящего материала. При недостатке минеральной коллоидной части и избытке крупных «скелетных» фракций водопрочные комки не образуются даже при условии достаточного количества активно действующего органического вещества.

Содержание подвижных форм питательных веществ — азота, фосфора и калия — в водопрочных комках больше, чем в почве в целом. Поэтому водопрочные агрегаты определяют не только физические и физико-химические свойства почвы, но также и ее питательный режим.

# Образовательный курс

## ЗДОРОВЬЕ ПОЧВЫ

### Оценка состояния почвы и управление ее здоровьем



**Экорегиональное развитие**  
Агробизнеса

**syngenta.**

#### Водная эрозия - статус, рекомендации

По данным ГЦАС «Ростовский» 73,7 % земель в области подвержено дефляции и 39,5 % водной эрозии. Длительное возделывание сельскохозяйственных культур на склонах крутизной до 3,5–4,0° приводит к деградации пашни. С 1990 г. по 2022 г. смыв почвы был отмечен в 74,2% лет. Использование почвозащитных севооборотов сокращает эрозионные процессы на 35,0–52,5%. За 30-лет использования пашни без внесения удобрений содержание гумуса в почве уменьшилось на 0,11–0,25%. Сокращение процессов деградации и применение минеральных удобрений в дозах ( $N_{46}P_{24}K_{30}$ ) позволяет поддерживать бездефицитное воспроизводство плодородия почвы, а применение многолетних трав и удобрений ( $N_{84}P_{30}K_{48}$ ) увеличивает содержание  $C_{орг}$  с 3,8 до 4,09–4,12%. Количество обменных оснований уменьшилось с 34,4–34,6 до 30,2–31,3 мг-экв  $100^{-1}$  г почвы. Количественные изменения в гумусном состоянии почвы приводят к изменению структурного состава. Содержание глыбистых агрегатов уменьшилось с 20,9–21,5 до 7,1–8,3% за счет увеличения доли пылеватой фракции: с 9,1 до 20,0%.

Использование адаптивно-ландшафтной организации территории эрозионно-опасного склона, применение почвозащитных севооборотов и почвозащитных обработок позволяют сохранить, а на отдельных участках и восстановить почвенное плодородие. Для этого предусмотрено:

- на землях неподверженных водной и ветровой эрозии, расположенных на водораздельном плато и пологих склонах до 1° могут быть рекомендованы севообороты с 20 % чистого пара, 20 % пропашных культур и 60 % колосовых озимых и яровых культур.
- на эрозионно-опасных землях с крутизной склонов 1–2° могут быть рекомендованы севообороты с 10 % чистого пара, 10 % зернобобовых, 20 % пропашных культур и 40 % колосовых озимых и яровых культур и 20 % многолетних трав.
- на эрозионно-опасных и слабосмытых участках пашни крутизной 2–3° применяется усиленный комплекс агротехнических мероприятий. Рекомендованы севообороты с 40 % многолетних трав, 20 % пропашных культур и 40 % колосовых озимых и яровых культур.
- на эрозионно-опасных землях, слабо- или среднесмытых почвах на склонах крутизной 3–5°, возможно использовать севообороты с преобладанием культур сплошного сева или многолетние травы, как кормовую базу для животноводства.

# Образовательный курс ЗДОРОВЬЕ ПОЧВЫ

## Оценка состояния почвы и управление ее здоровьем



**Экорегиональное развитие**  
Агробизнеса

syngenta.

### Рейтинг проблем, связанных со здоровьем почв в условиях Ростовской области

Агрономы не всегда связывают видимые проблемы с получением урожая с фундаментальными изменениями почв, происходящими с физико-химическими, химическими, физическими и биологическими свойствами почв.

Предлагаем обратить внимание на фундаментальные изменения, приводящие к наиболее часто встречающимся проблемам.

**Общая проблема** - волатильность/вариабельность урожайности по всем культурам на богаре по годам более 20% (например, для озимой пшеницы в условиях Ростовской области вариабельность урожайности от 47 до 52% между влажным и сухим годом)

# Образовательный курс

## ЗДОРОВЬЕ ПОЧВЫ

### Оценка состояния почвы и управление ее здоровьем



**Экорегиональное развитие**  
Агробизнеса

**syngenta.**

| Частная проблема                                       | Фундаментальные изменения почв   |
|--|--|
| <b>Отсутствие возможности получить дружные всходы</b>  | Изменение: <ul style="list-style-type: none"> <li>- физических свойств – распыленность или глыбистость верхнего горизонта - нет возможности оптимально подготовить почву к посеву; потеря агрономически ценной структуры – нарушен воздухообмен, возможно формирование корки; низкий уровень и скорость разложения растительных остатков предшественника из-за плохой водоудерживающей способности поверхностного горизонта и засушливых условий осеннего периода</li> </ul> |
| <b>Слабое развитие корневой системы</b>                | Изменение: <ul style="list-style-type: none"> <li>- химических свойств - дефицит фосфора, усиление щелочной реакции раствора в прикорневой зоне</li> <li>- физико-химических свойств - потеря кальция поглощающим комплексом,</li> <li>- физических свойств - формирование переуплотнения в корнеобитаемой зоне,</li> <li>- биологических свойств - низкая биологическая активность почвы и высокая патогенная зараженность</li> </ul>                                       |
| <b>Слабое развитие вегетативной массы</b>              | Изменение: <ul style="list-style-type: none"> <li>- химических свойств – дефицит азота и дисбаланс основных элементов питания</li> <li>- физико-химических свойств – снижение емкости катионного обмена, которая обеспечивает поглощение элементов питания</li> <li>- биологических свойств – высокая зараженность патогенными организмами</li> <li>- физических свойств - плохая водоудерживающая способность корнеобитаемого слоя</li> </ul>                               |
| <b>Изменение скорости прохождения фаз органогенеза</b> | Изменение: <ul style="list-style-type: none"> <li>- химических свойств – дефицит индикаторного элемента питания (для пшеницы в фазу формирования генеративных органов содержание фосфора, для кукурузы – содержание цинка, для сахарной свеклы – бор)</li> <li>- физических свойств - плохая водоудерживающая способность корнеобитаемого слоя, способствующая снижению водообеспеченности растений</li> </ul>   |

# Образовательный курс **ЗДОРОВЬЕ ПОЧВЫ**

## Оценка состояния почвы и управление ее здоровьем



**Экорациональное развитие**  
Агробизнеса

**syngenta.**

**В завершении участники экспертного совета составили список вопросов, требующих рассмотрения на последующих экспертных советах**

- Риски ухудшения здоровья почв по типам /подтипам/рельефу/севообороту/ виду обработки почв
- Управление биодоступностью элементов питания
- Управление биоразнообразием биоты
- Управление процессом разложения пожнивных растительных остатков - баланс гумификация/минерализация
- Поиск новых технологий поддержания здоровья почв- Сидераты, Физиологически кислые/ физиологически щелочные удобрения
- Оценка гидроморфизма почв в поддержании ее здоровья.

# Образовательный курс

## ЗДОРОВЬЕ ПОЧВЫ

### Оценка состояния почвы и управление ее здоровьем



**Экорегиональное развитие**  
Агробизнеса

**syngenta.**

При подготовке были использованы материалы докладов:

- Назаренко Ольги Георгиевны д.б.н., профессор, директор ФГБУ ГЦАС «Ростовский», «Динамика изменения плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения Ростовской области».

- Безугловой Ольги Степановны, д.б.н., профессор ЮФУ, гл. н.с. ФРАНЦ, «Органическое вещество почв Ростовской области - статус, функции, управление».

Казеева Камиля Шагидулловича, д.г.н., директор Академии биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского «Опыт использования методов биодиагностики для мониторинга качества и здоровья почв»

Гаевой Эммы Анатольевны, к.б.н., в.н.с. ФРАНЦ «Масштабы проявления водной эрозии в Ростовской области и методы снижения ущерба».

Полиенко Елены Александровны, к.б.н., в.н.с. ФРАН «Методы регулирования обеспеченности растений элементами питания»

Лыхмана Владимира Анатольевича, к.б.н., зав.лаб ФРАНЦ «Структура почвы как показатель ее плодородия»

Горовцова Андрея Владимировича, к.б.н., доцент ЮФУ, ст.н.с. ФРАНЦ, «Биологическая активность почв сельскохозяйственных территорий и роль корневых выделений в питании растений»

Соколовой Елены Александровны., к.б.н., менеджер по устойчивому развитию бизнеса компании Сингента «Здоровье почв – основа устойчивого агробизнеса»

«Здоровая почва -  
платформа устойчивого  
агробизнеса»



**Экорациональное развитие**  
Агробизнеса

**syngenta.**



Участники Экспертного Совета ,  
Ростов на Дону, 12.4.2023

# «Здоровая почва - платформа устойчивого агробизнеса»



**Экорациональное развитие**  
Агробизнеса

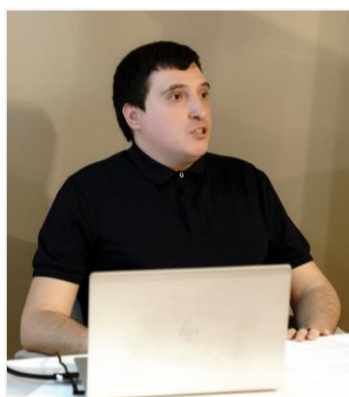
**syngenta.**



Казеев Камиль Шагидуллович, д.г.н.,  
директор Академии биологии и биотехнологии им.  
Д.И. Ивановского



Безуглова Ольга Степановна, д.б.н.,  
профессор ЮФУ, гл. н.с. ФРАНЦ



Лыхман Владимир Анатольевич, к.б.н.,  
зав.лаб ФРАНЦ



Назаренко Ольга Георгиевна д.б.н.,  
профессор, директор ФГБУ ГЦАС «Ростовский»



# «Здоровая почва - платформа устойчивого агробизнеса»

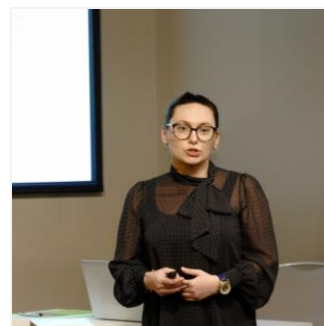


**Экорациональное развитие**  
Агробизнеса

**syngenta.**



Сушкова Светлана Николаевна, д.б.н., в.н.с  
зав. лабораторией «Здоровье почв»,  
Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского



Полиенко Елена Александровна, к.б.н.,  
в.н.с. ФРАНЦ



Горовцов Андрей Владимирович, к.б.н.,  
доцент ЮФУ, ст.н.с. ФРАНЦ



Гаевая Эмма Анатольевна  
к.б.н., в.н.с. ФРАНЦ

«Здоровая почва -  
платформа устойчивого  
агробизнеса»



**Экорациональное развитие**  
Агробизнеса

**syngenta.**

