

# Комплексная система диагностики здоровья почвы. Методология и практика



Соколова Е.А., кандидат биологических наук,  
менеджер проекта «Здоровая почва», Сингента



**Экорациональное развитие**  
Агробизнеса

syngenta.

Новосибирск, 26.4.2024

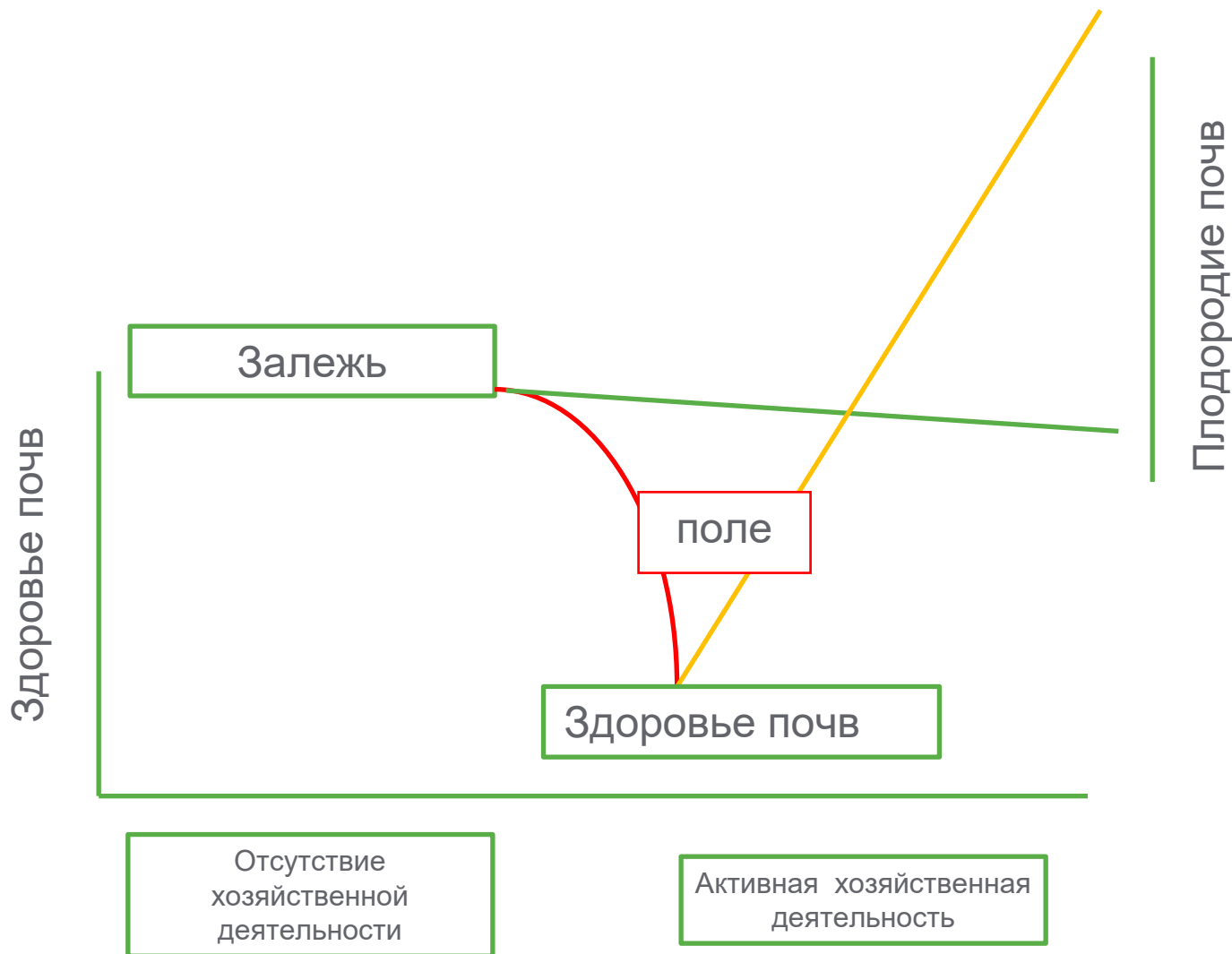
Техническая поддержка «Сингенты»



# Часто ли агроном задумывается, что видимые симптомы поражения растений связаны фундаментальными проблемами в почве?



# Здоровая почва/плодородие – взаимодополняющие понятия



**Здоровые почвы** — это почвы, обладающие характерными зональными или интразональными признаками (составом, свойствами, функциональными связями), приобретенными в результате естественного почвообразовательного процесса.

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

**Больные почвы** — почвы с приобретенными (в результате природной или антропогенной нагрузки) негативными признаками, не свойственными для естественных зональных и интразональных почв.

**Негативные признаки** — любые показатели состава и свойств почвы, которые обуславливают снижение количества и качества получаемой растительной продукции и отрицательно влияют на здоровье человека и животных.



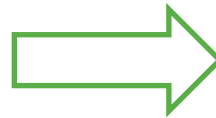
# Функции характерные для здоровых почв.

Обусловленные  
активностью микробиоты



- деструкция целлюлоз,
- деструкция пестицидов,
- дыхание почв,
- обеспечение биодоступности питательных элементов,
- обеспечение стимулянтами,
- супрессивность.

Обусловленные физико-  
химическими, физическими и  
химическими процессами



- буферность,
- гумификация,
- дыхание почв,
- разуплотнение,
- рассоление,
- рассолонцевание,
- структурообразование



## Критерии – регламентируемые/оценочные/сравнительные

### ■ Регламентируемые критерии

#### Фитосанитарные критерии : ЭПВ

- при возделывании зерновых культур обязательным критерием здоровья почвы является ее заселенность конидиями возбудителя гельминтоспориозной (обыкновенной) корневой гнили зерновых культур *Bipolaris sorokiniana* Sacc. Shoem.,
- при возделывании подсолнечника или сои – заселенность склероциями возбудителя белой гнили *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary,
- при возделывании картофеля – склероциями *Rhizoctonia solani* Kuhn. и цистами золотистой картофельной нематоды *Globodera rostochiensis* Woll. Behrens.
- Методика экспериментального определения ПВ требует создания серии искусственных инфекционных фонов .
- Ориентиром для оценки ПВ большинства почвенных видов может служить их численность в целинных почвах-аналогах в непосредственной близости от анализируемых агроценозов. Установлено, что в целинных почвах численность фитопатогенов естественным образом в течение длительного времени поддерживается на уровне, близком к ПВ .





# Критерии –регламентируемые/оценочные/сравнительные

## ■ Оценочные критерии

В нее входят все показатели здоровья почвы, оцениваемые по специальным, разработанным специально для них шкалам (супрессирующая активность почвы, фитотоксичность почвы и т.п.).

- Фитотоксичность почвы изменяется от нулевой – почва не фитотоксична (ингибирование ростовых процессов проростков до 20%) до высокой (ингибирование >60%) .
- Супрессивности почвы принята шкала от 100% (полная супрессивность – все блоки без признаков роста тест-объекта) до 0 (несупрессивная почва – все блоки тест-объекта развиваются на уровне контроля). Значение супрессивности может быть отрицательным, если почва характеризуется кондуктивностью, т.е. способствует размножению и выживанию тест-объекта .



# Критерии –регламентируемые/оценочные/сравнительные

## ■ Сравнительные критерии

Для применения данной методологии требуется обязательное сравнение выявленных параметров с аналогичными показателями целинных почв-аналогов.

- Это самая обширная группа фактологических критериев, включающая показатели микробиологической и ферментативной активности почвы, численности трофических групп микроорганизмов, интенсивности выделения почвой углекислого газа и многие другие.
- В эту группу критериев могут быть также включены многочисленные показатели структуры, химического состава и плодородия почв. Применение этих критериев требует отбора и сопряженного анализа целинных аналогов культивируемых почв, что часто сопряжено с техническими трудностями. Применение микробиологических сравнительных критериев может наталкиваться на сложности в интерпретации результатов анализов почвенных образцов, поскольку культивируемые и целинные почвы на момент отбора проб часто имеют различия в гидротермических характеристиках, существенно влияющих на численность



# Шкала здоровья почвы

- **– норма** – состояние системы, отвечающее области ее равновесия, устойчивости (здоровая почва)- для фитосанитарных показателей - порог вредоносности не превышен, для агрохимических показателей – **отклонение от эталона / целины 30%**
- **– риск** – вероятность деградации экологической системы (окружающей среды) или перехода ее в неустойчивое состояние (относительно здоровые земли, с нарушением здоровья по ряду критериев) - для фитосанитарных показателей - **порог вредоносности превышен в 1,5-3 раза, для агрохимических показателей – отклонение от эталона / целины 50%**
- **– катастрофа** – неравновесное нестационарное состояние экологической системы (окружающей среды), следствием которого становится потеря устойчивости (больные земли, с нарушением здоровья по большинству критериев)- для фитосанитарных показателей порог вредоносности превышен в 4-7 раза, для агрохимических показателей – **отклонение от эталона / целины 70%.**
- **– бедствие** – последствия катастрофы, равновесное состояние экологической системы (окружающей среды) на предельно низком энергетическом уровне (больные земли, малопригодные для сельскохозяйственного использования, требующие срочного оздоровления и ремедиации) - **для фитосанитарных показателей порог вредоносности превышен в 8-10 раз и более; для агрохимических показателей – отклонение от эталона / целины в разы.**





# Шкала здоровья почвы

По материалам публикаций Е.Ю. Тороповой, М.С.Соколова

| Фактологический критерий, ед. измерения                                   | Норма | Риск   | Катастрофа | Бедствие     |
|---|-------|--------|------------|--------------|
| Превышение порога вредоносности (ПВ), число раз                           | ≤ПВ   | 1.5–3  | 4–7        | 8–10 и более |
| <i>Bipolaris sorokiniana</i> , баллы                                      | 5     | 3      | 1          | 0            |
| <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> , баллы                                   | 5     | 3      | 1          | 0            |
| Численность семян сорняков, баллы   | 5     | 3      | 1          | 0            |
| Супрессивность почвы к фитопатогенам, %                                   | >70   | 70–50  | 49–30      | <30          |
| <i>Bipolaris sorokiniana</i> , баллы                                      | 5     | 3      | 1          | 0            |
| <i>Fusarium sporotrichoides</i> , баллы                                   | 5     | 3      | 1          | 0            |
| Фитотоксичность, %  | <30%  | 31–50% | 51–69%     | >70%         |
| Всхожесть индикаторных растений, баллы                                    | 5     | 3      | 1          | 0            |
| Фитомасса, баллы  | 5     | 3      | 1          | 0            |
| Отклонение от эталона (целинный аналог почвы), %                          | >30%  | >50%   | >70%       | Разы         |
| Общее микробное число, баллы  | 5     | 3      | 1          | 0            |
| Сапротрофные почвенные микромицеты, баллы                                 | 5     | 3      | 1          | 0            |
| Бактерии, потребляющие органические формы азота (аммонификаторы), баллы   | 5     | 3      | 1          | 0            |
| Бактерии, потребляющие неорганические формы азота (аммонификаторы), баллы | 5     | 3      | 1          | 0            |
| Целлюлозолитические микроорганизмы, баллы                                 | 5     | 3      | 1          | 0            |



# Виды деградаций

Наибольший ущерб состоянию почвенного покрова наносят следующие виды деградации:

- 1. водная и ветровая эрозии** ( причина – выпахивание /замена кальция на натрий в ППК, дегумификация, механическое разрушение агрегатов при выполнении технологических операций);
- 2. засоление, осолонцевание** ( причина – подъем солей из низ лежащих горизонтов) ;
- 3. локальное переувлажнение и заболачивание/ затопление и подтопленниер/ переход почв в состояние гидроморфности** ( причина – подъем грунтовых вод, нарушение стоков);
- 4. переуплотнение и образование техногенной глыбистости пахотных горизонтов** ( причина- механическая обработка физически е спелой почвы; выпахивание /замена кальция на натрий в ППК, дегумификация)
- 5. снижение содержания гумуса** ( причина – дегумификация из-за нарушения баланса «гумификация-минерализация»);
- 6. подкисление или подщелачивание** ( причина – изменения в ППК, потеря буферности ППК, использование физиологически кислых-щелочных удобрений);
- 7. агроистощение питательных веществ** ( причина – односторонний вынос);
- 8. сокращение численности, видового разнообразия и нарушение оптимального соотношения различных видов микроорганизмов, загрязнение почвы патогенными микроорганизмами** ( причина – сокращение биоразнообразия сельскохозяйственных культур, дегумицикация, потеря аэрации почвы)
- 9.загрязнение пестицидами** (причина – сокращение биоразнообразия биоты, питающейся за пестицидами).



**НОРМАТИВЫ ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ  
СВОЙСТВ ПОЧВ СТЕПНОЙ, СУХОСТЕПНОЙ,  
ПОЛУПУСТЫННОЙ ЗОН ЕВРОПЕЙСКОЙ  
ТЕРРИТОРИИ РОССИИ**

© 2011 г. И. В. Кузнецова, Н. А. Азовцева, А. Г. Бондарев

**Таблица 1.** Нормативы изменения показателей физических свойств пахотного слоя черноземов обыкновенных тяжелосуглинистого и легкоглинистого гранулометрического состава на тяжелых суглинках и глинах при антропогенном воздействии. Южнорусская и Заволжская провинции степной зоны ЕТР

| Показатель                                   | Оптимальные | Допустимые | Критические |
|--|-------------|------------|-------------|
| Равновесная плотность, г/см <sup>3</sup>     | 1.0–1.20    | 1.20–1.30  | >1.30       |
| Общая пористость, %                          | 55–65       | 55–45      | <45         |
| Пористость аэрации при НВ, %                 | 15–25       | 15–7       | <7          |
| Содержание агрегатов 0.25–10 мм, %           | 70–85       | 70–50      | <50         |
| Содержание агрегатов > 10 мм, %              | <30         | 30–50      | >50         |
| Содержание водопрочных агрегатов >0.25 мм, % | 40–70       | 40–30      | <30         |
| Пористость агрегатов 5–7 мм, %               | 40–42       | 40–36      | <36         |
| Водопроницаемость, мм/мин*                   | >1.0        | 1.0–0.5    | <0.5        |
| Наименьшая влагоемкость, %                   | 36–40       | 36–28      | <28         |

\* Здесь и далее. По установившейся скорости фильтрации.





**НОРМАТИВЫ ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ  
СВОЙСТВ ПОЧВ СТЕПНОЙ, СУХОСТЕПНОЙ,  
ПОЛУПУСТЫННОЙ ЗОН ЕВРОПЕЙСКОЙ  
ТЕРРИТОРИИ РОССИИ**

© 2011 г. И. В. Кузнецова, Н. А. Азовцева, А. Г. Бондарев

**Таблица 2.** Нормативы изменения физических свойств пахотного слоя черноземов южных тяжелосуглинистого и легкогоглинистого гранулометрического состава на желто-бурых глинах при антропогенном воздействии. Южнорусская провинция степной зоны ЕТР

| Показатель                                      | Оптимальные | Допустимые | Критические |
|---|-------------|------------|-------------|
| Равновесная плотность, г/см <sup>3</sup>        | 1.10–1.25   | 1.25–1.35  | >1.35       |
| Общая пористость, %                             | 50–60       | 50–45      | <45         |
| Пористость аэрации при НВ, %                    | 15–25       | 15–10      | <10         |
| Содержание агрегатов 0.25–10 мм, %              | 65–75       | 50–65      | <50         |
| Содержание агрегатов > 10 мм, %                 | <30         | 30–40      | >40         |
| Содержание водопропрочных агрегатов >0.25 мм, % | 40–60       | 40–30      | <30         |
| Пористость агрегатов 5–7 мм, %                  | 40–42       | 40–36      | <36         |
| Водопроницаемость, мм/мин*                      | >1.0        | 0.7–0.5    | <0.5        |
| Наименьшая влагоемкость, %                      | 34–38       | 34–30      | <30         |



**НОРМАТИВЫ ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ СТЕПНОЙ, СУХОСТЕПНОЙ, ПОЛУПУСТЫННОЙ ЗОН ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ**

© 2011 г. И. В. Кузнецова, Н. А. Азовцева, А. Г. Бондарев

**Таблица 3.** Нормативы изменения физических свойств пахотного слоя черноземов предкавказских тяжелосуглинистого и легкосуглинистого гранулометрического состава на тяжелых суглинках и глинах при антропогенном воздействии. Предкавказская провинция

| Показатель                                      | Оптимальные | Допустимые | Критические |
|---|-------------|------------|-------------|
| Равновесная плотность, г/см <sup>3</sup>        | 1.10–1.25   | 1.25–1.35  | >1.35       |
| Общая пористость, %                             | 50–60       | 50–45      | <45         |
| Пористость аэрации при НВ, %                    | 15–25       | 15–10      | <10         |
| Содержание агрегатов 0.25–10 мм, %              | 65–75       | 50–65      | <50         |
| Содержание агрегатов > 10 мм, %                 | <30         | 30–50      | >50         |
| Содержание водопропрочных агрегатов >0.25 мм, % | 40–60       | 40–30      | <30         |
| Пористость агрегатов 5–7 мм, %                  | 40–42       | 40–36      | <36         |
| Водопроницаемость, мм/мин*                      | >1.0        | 0.7–0.5    | <0.5        |
| Наименьшая влагоемкость, %                      | 34–38       | 34–30      | <30         |



**НОРМАТИВЫ ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ СТЕПНОЙ, СУХОСТЕПНОЙ, ПОЛУПУСТЫННОЙ ЗОН ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ**

© 2011 г. И. В. Кузнецова, Н. А. Азовцева, А. Г. Бондарев

**Таблица 4.** Нормативы изменения физических свойств пахотного слоя каштановых почв тяжелосуглинистого и суглинистого гранулометрического состава на лёссовидных суглинках при антропогенном воздействии. Заволжская провинция сухостепной зоны ЕТР

| Показатель                                   | Оптимальные | Допустимые | Критические |
|--|-------------|------------|-------------|
| Равновесная плотность, г/см <sup>3</sup>     | 1.20 –1.30  | 1.30 –1.40 | >1.40       |
| Общая пористость, %                          | 50–55       | 50–40      | <45         |
| Пористость аэрации при НВ, %                 | 15–25       | 15–10      | <10         |
| Содержание агрегатов 0.25–10 мм, %           | 60–70       | 60–50      | <50         |
| Содержание агрегатов > 10 мм, %              | <30         | 30–50      | >50         |
| Содержание водопрочных агрегатов >0.25 мм, % | >40         | 40–20      | <20         |
| Пористость агрегатов 5–7 мм, %               | 40–42       | 40–36      | <36         |
| Водопроницаемость, мм/мин*                   | >0.5        | 0.5–0.3    | <0.3        |
| Наименьшая влагоемкость, %                   | 30–34       | 30–26      | <26         |





**НОРМАТИВЫ ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ  
СВОЙСТВ ПОЧВ СТЕПНОЙ, СУХОСТЕПНОЙ,  
ПОЛУПУСТЫННОЙ ЗОН ЕВРОПЕЙСКОЙ  
ТЕРРИТОРИИ РОССИИ**

© 2011 г. И. В. Кузнецова, Н. А. Азовцева, А. Г. Бондарев

**Таблица 5.** Нормативы изменения физических свойств пахотного слоя светло-каштановых почв тяжелосуглинистого и суглинистого гранулометрического состава на лёссовидных суглинках при антропогенном воздействии. Прикаспийская провинция полупустынной зоны ЕТР

| Показатель                                   | Оптимальные | Допустимые | Критические |
|--|-------------|------------|-------------|
| Равновесная плотность, г/см <sup>3</sup>     | 1.20–1.35   | 1.35–1.45  | >1.45       |
| Общая пористость, %                          | 50–55       | 50–45      | <45         |
| Пористость аэрации при НВ, %                 | 15–25       | 15–10      | <10         |
| Содержание агрегатов 0.25–10 мм, %           | 60–70       | 60–50      | <50         |
| Содержание агрегатов > 10 мм, %              | <30         | 30–50      | >50         |
| Содержание водопрочных агрегатов >0.25 мм, % | >40         | 40–20      | <20         |
| Пористость агрегатов 5–7 мм, %               | 40–42       | 40–36      | <36         |
| Водопроницаемость, мм/мин*                   | >0.5        | 0.5–0.3    | <0.3        |
| Наименьшая влагоемкость, %                   | 30–34       | 30–26      | <26         |



**С 2023 года ВСЕ прикопки  
на глубину не менее 1,5 м**



**Экорегиональное развитие**  
Агробизнеса

**syngenta.**



# Примеры из экспедиций проекта Здоровая почва : Бывают уплотнения связанные с генезисом, а не плужной подошвой





# Примеры из экспедиций проекта Здоровая почва :

## Плужная подошва – обнаруживается до 3 уровней : 50-25-10 см





## Примеры из экспедиций проекта Здоровая почва : Солонцы/Солончаки





## Примеры из экспедиций проекта Здоровая почва : Слои с неразложившимися растительными остатками





## Примеры из экспедиций проекта Здоровая почва : Глыбистость





## Примеры из экспедиций проекта Здоровая почва : Состояние почвы после прохода глубокорыхлителя

