

Новик В.

ЧАСТНЫЙ ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ BIOTEKHOLOGIИ daRostim, Вальдхайм, Германия; info@darostim.de.

ПОСЛЕДНИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ ДОЛГОСРОЧНОЙ ПРОГРАММЫ «**Tandem 12/21**» ПО ПОВЫШЕНИЮ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ В КАЧЕСТВЕ ОСНОВЫ ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ «**shakeHANDS**» 21/32 (2021/2032)

Стабилизация урожая в растениеводстве при снижении норм вносимых минеральных удобрений и химических средств защиты растений – эта задача сформулирована уже давно в контексте проблем экологии и изменения климата, связанные с ростом выбросов CO₂ в атмосферу. В статье описаны эксперименты и предварительные результаты в рамках международной долгосрочной программы Tandem^{12/21}, где посредством применения комбинаций фитогормональных и гуминокислотных препаратов (PHCs - phytohormone-humic acid combinations) ощутимо повышается потенциал почвенной микробиологии, который более рационально используется растением. На практике результаты показывают прирост урожая на 6-7 единиц урожая на 1га. Рост активности почвенной микробиологии дает возможность на 10-30 кг/га снизить нормы вносимого азотного и фосфорного удобрения. Результаты создают предпосылки для следующей международной программы shakeHANDS^{21/32}(2021-2032).

Ключевые слова: Тандем; комбинации фитогормонов и гуминовых кислот (PHC); прибавка урожая; экономия удобрений; биология почвы; shakeHANDS 21/32.

Введение

Международная передача технологий и долгосрочная программа shakeHANDS 21/32 (2021-2032) является следующим строительным блоком после 10-летней долгосрочной программы **Tandem12/21**(2012-2021[1]) в нашей работе над биологически ориентированными технологиями будущего в растениеводстве, которые позволят достичь высоких, стабильных и высококачественных урожаев с меньшим количеством минеральных удобрений и химической защиты растений, как того требует закон и следовательно требует практика.

shakeHANDS 21/32 - это уже четвертая в серии долгосрочных программ. С их помощью мы изучаем технологии и препараты для повышения биологического плодородия почвы и создания устойчивых биологических запасов питательных веществ в почве с 2005 года. До сих пор в значительной степени неиспользованный и малоисследованный потенциал почвенной биологии разрабатывается на научной основе для выращивания сельскохозяйственных растений. Участвуют научные и академические учреждения, лаборатории и производители из Германии, Украины, Беларуси, России, Казахстана и практикующие компании в этих странах [2].

Препараты

Применяемые в Германии препараты **daRostim@TANDEM F** (весенняя обработка), дополнительный препарат **daRostim@TANDEM H** (осенняя обработка), а также препарат **daRostim@BOSTAR** (обработка семян) являются растительными и почвенными добавками по тандемной технологии и прошли испытания и были описаны ранее [3,4,5]. Счетные количества питательных веществ (<3г N/га) не вносятся за один прием (0,4 л/га). Препараты **TANDEM** представляют собой водные растворы гуминовых веществ и других природных биологически активных компонентов. Они не содержат фунгицидов, инсектицидов, гербицидов, синтетических регуляторов роста или продуктов их разложения. Все препараты безвредны для человека и животных, грунтовых вод и природного баланса. Препараты производятся компанией **БЕЛНЕФТЕСОРБ** (Беларусь) или созданы из компонентов, которые поставляются партнерами программы в Украине, России, Казахстане и Германии.

Приложения и методы расследования

Исследования проводились в 170 территориях, в четырех федеральных землях Саксонии, Саксония-Анхальт, Бранденбург и Тюрингия с 2006 года. Почвенный индекс полей варьировал от 27 до 67 в зависимости от местоположения. С 2006 года эти участки каждую весну обрабатывались препаратом **daRostim®TANDEM H** (или препаратами более старого поколения). С 2012 года эти же участки обрабатывались второй раз осенью препаратом **daRostim®TANDEM H** (тандемная технология). Ежегодно в конце апреля и в конце октября пробы почвы отбирают с глубины 0-30 см и исследуют на наличие гумуса, азотфиксирующих бактерий (N) и фосформобилизирующих бактерий (P). Как описано ранее [6], биологический индекс почвы BSI рассчитывается по результатам измерений. Ежегодно опытные хозяйства определяют урожай, который переводят в единицы зерна, чтобы можно было сравнивать посевы и регистрируют количество использованных азотных удобрений.

Все виды удобрений, минеральные удобрения, органо-минеральные удобрения и природные удобрения используются с их соответствующей эффективностью, то есть в пересчете на кгN/га.

Результаты и обсуждения

Гумус:

Тенденция деградации гумуса в предыдущие 2006-2012 годы прервалась. Ценность гумуса постоянно увеличивается с 2012 года. Среднее значение с 2012 по 2020 год в 3,6% достигло, среднего значения за тот же период предыдущих лет в 3,9%. На накопление гумуса также положительно повлияло выполнение наших рекомендаций по снижению количества азотных удобрений. Можно предположить, что при последовательном выполнении наших рекомендаций, содержание гумуса будет и дальше стабилизироваться и даже вырастет выше среднего значения прошлых лет.

N-бактерии:

Средняя концентрация азотфиксирующих бактерий в воздухе (N-бактерий) стабилизировалась за 8 лет на уровне 20,8 млн. КОЕ/г. Это почти на 52% больше, чем в предыдущие 2006-2012 годы. Но это, вероятно еще не долгосрочное предельное значение. N-бактерии соответствуют дополнительному среднему потенциалу экономии азотных удобрений почти 21 кгN/га, который активируется с помощью тандемного весеннего внесения. По прогнозам, в ближайшие три года эта цифра может вырасти до 25 кгN/га.

P-бактерии:

Осенняя тандемная обработка особенно положительно повлияла на более чувствительные к морозу фосфор-выделяющие бактерии (P-бактерии). Средняя концентрация P-бактерий за 8 лет составляет 8,0 миллиона КОЕ/г, что на 150% выше, чем в предыдущие годы (3,2 миллиона КОЕ /г). Долгосрочный рост P-бактерий еще не закончился. P-бактерии обеспечивают эквивалент P-удобрений 8,0 кгP/га. Это активируется с помощью тандемной пружины. По прогнозу, она увеличится до 11,0 кгP/га.

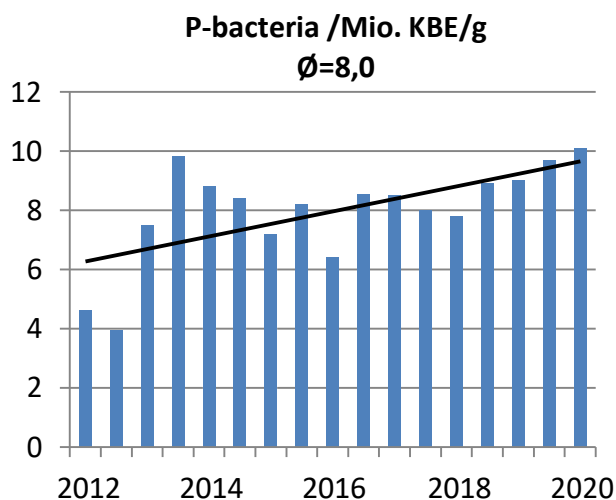
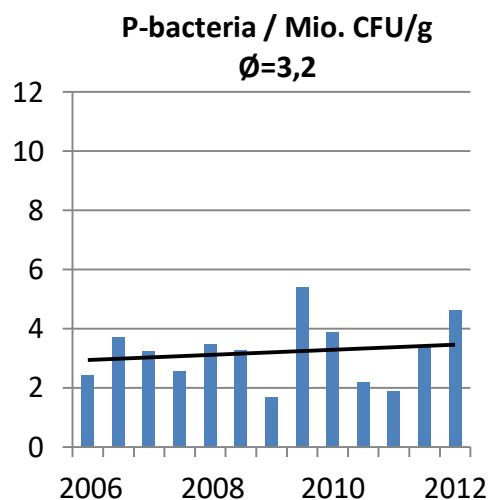
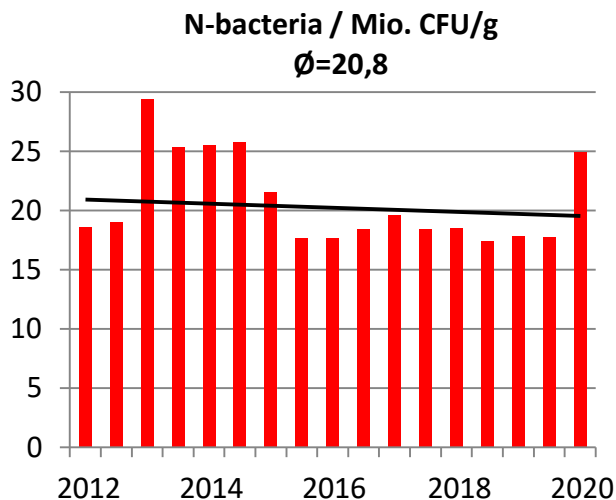
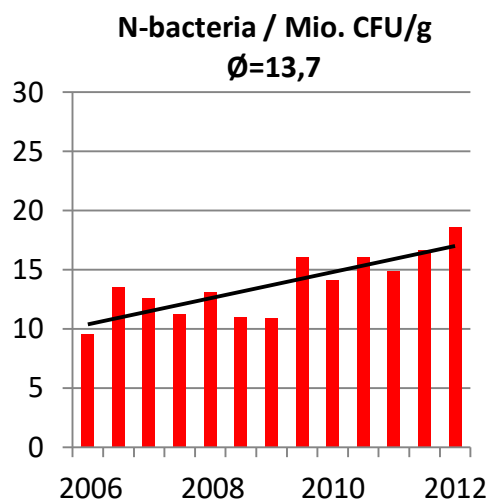
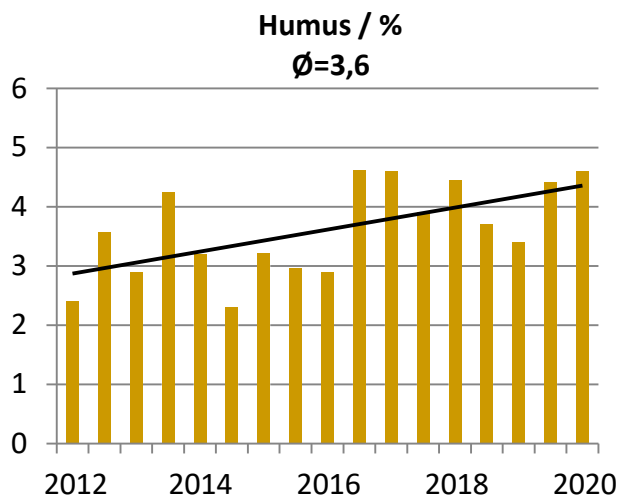
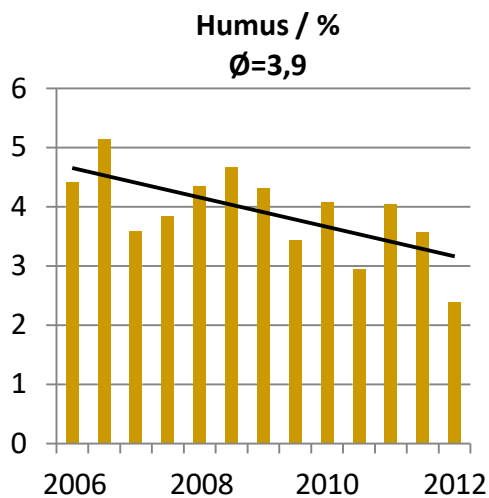


Рис. 1–3. Долгосрочная динамика биологии почвы в 2006/2012 и 2012/2020 гг.

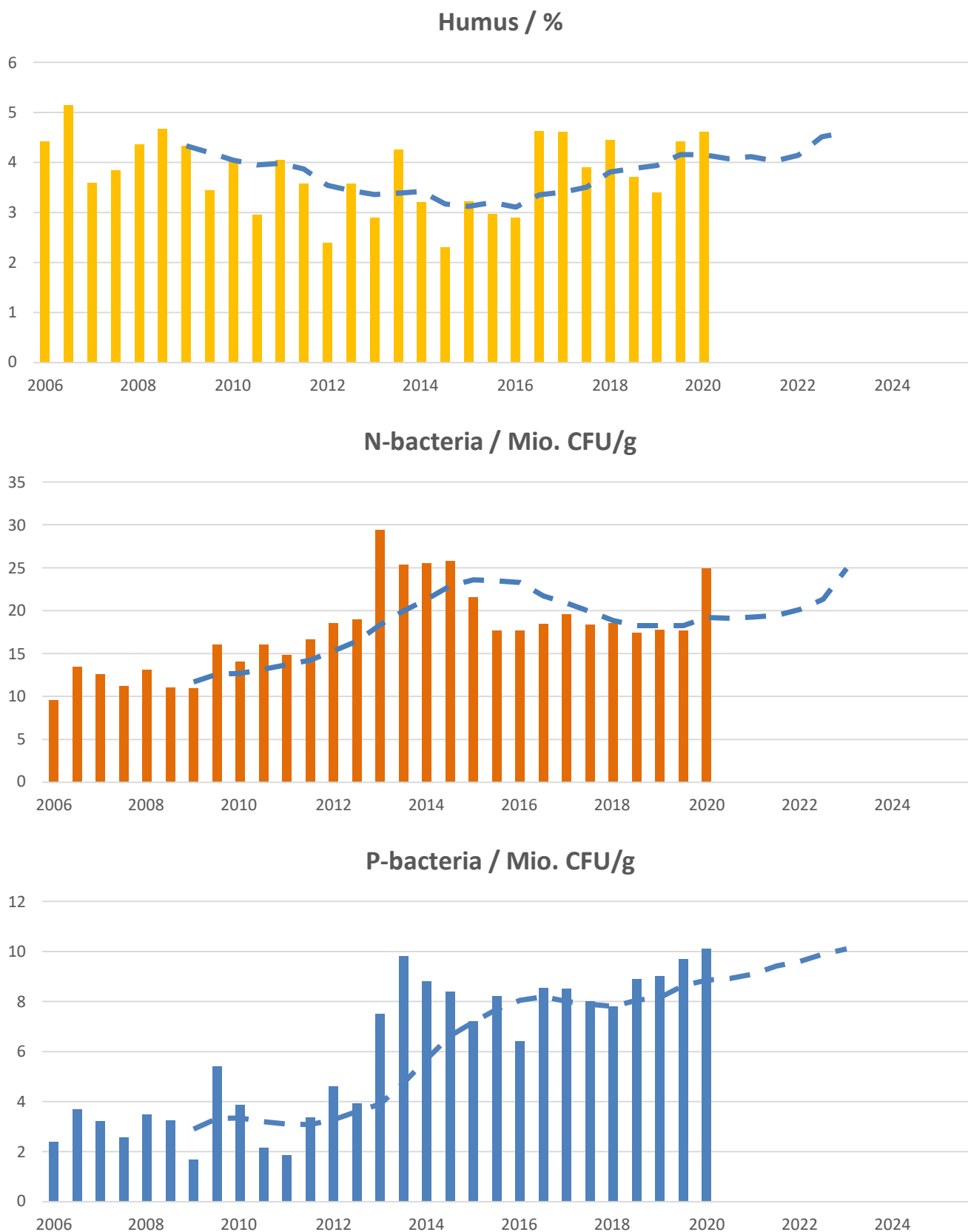


Рис. 4-6. Динамика плодородия почв - прогноз, скользящее среднее, 7 лет.

Биологический индекс почвы BSI*:

Во время 8-летней тандемной обработки мы наблюдаем непрерывный сдвиг в биологическом равновесии между двумя параметрами, определяющими биологическое плодородие почвы: гумусом и общей концентрацией азотфиксирующих и фосформобилизирующих бактерий (N+P), которая характеризуется тем, что оба значения для гумуса, а также для концентрации бактерий увеличиваются.

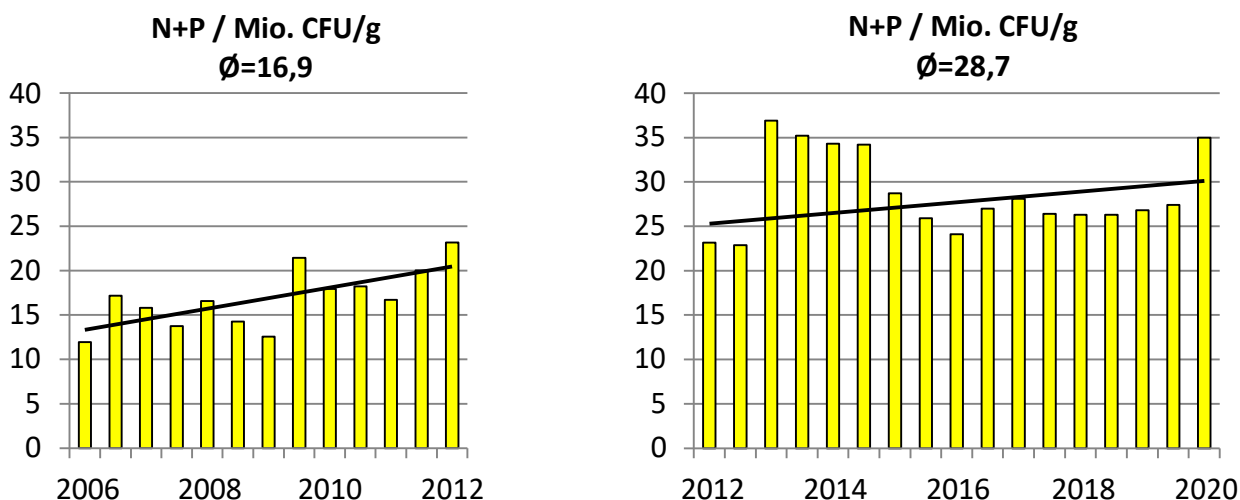


Рисунок 7. Динамика общей концентрации N и P бактерий.

В результате сдвига биологического баланса происходит резкое увеличение биологического индекса почвы, который основан на соотношении [6]:

$$BSI^* = 23/100 * (N+P) / \text{Mio. КВЕ/g} + H / \%$$

Среднее значение за период 2012-2020 гг. Увеличивается на 31% по сравнению с предыдущим периодом 2006-2012 гг.

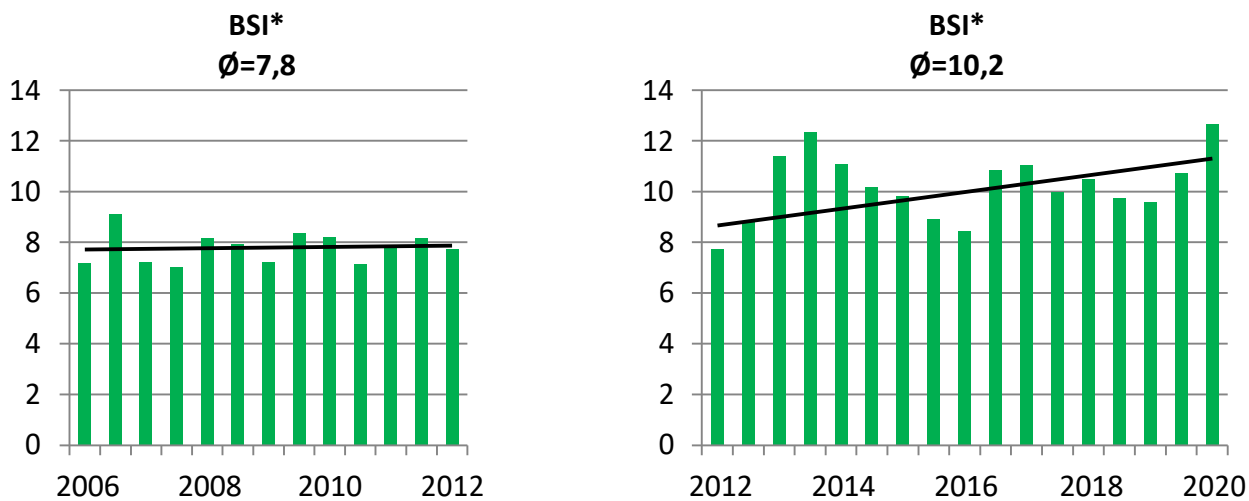
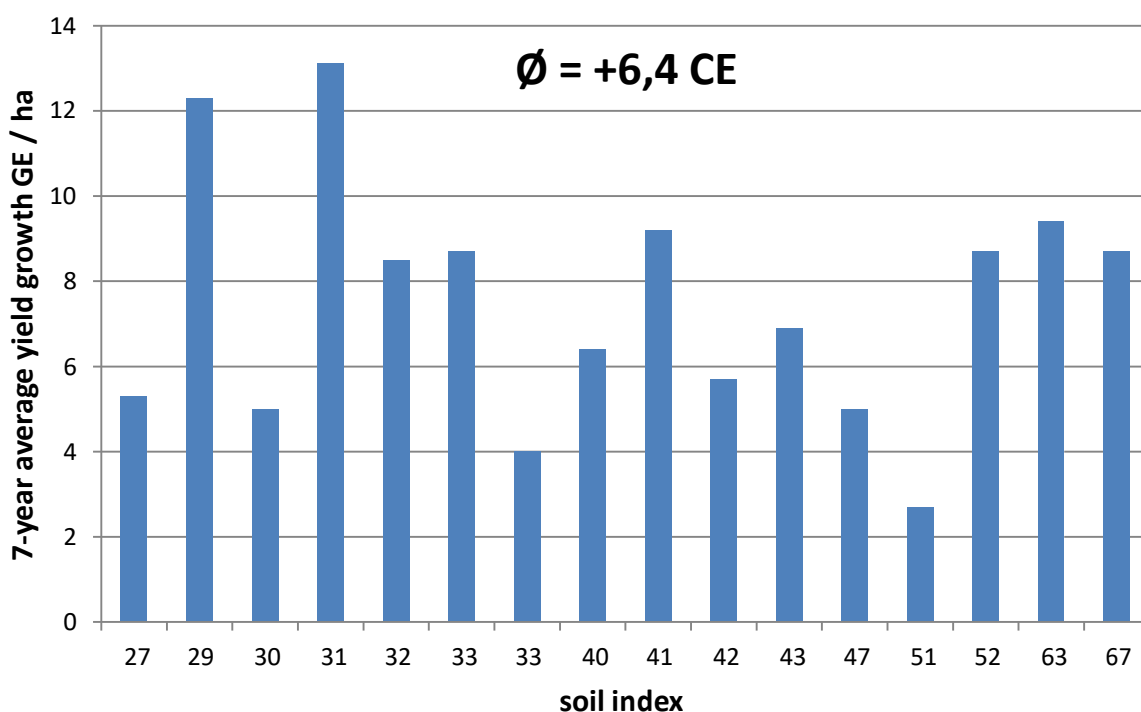
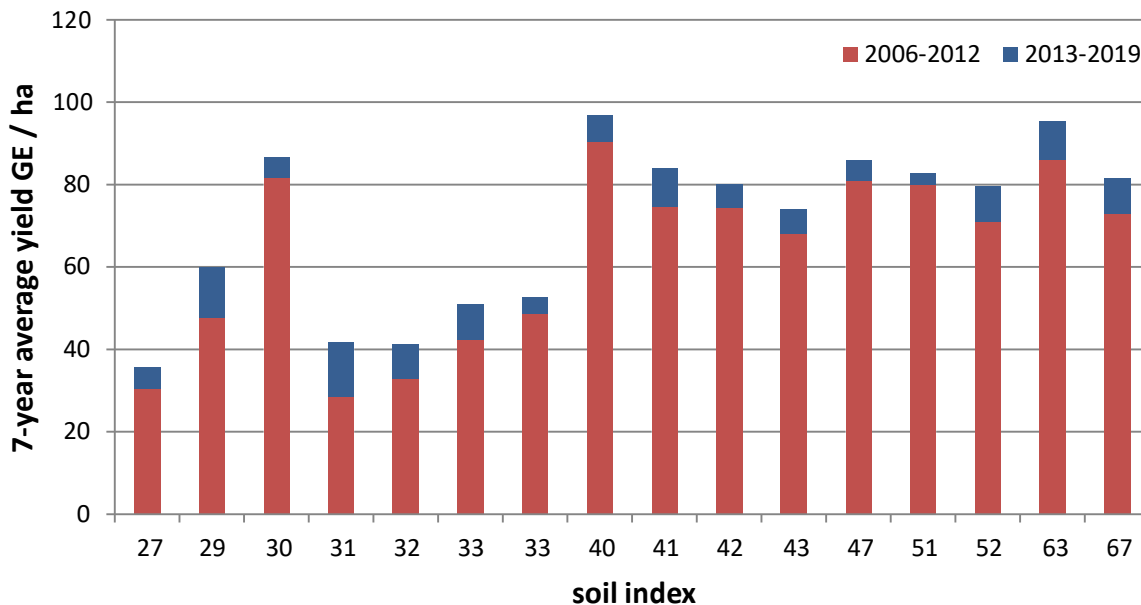


Рисунок 8. Динамика биологического почвенного индекса BSI.*

Рост доходов:

Ежегодная активизация биологии почвы за счет тандемной весенней обработки и её стабилизация за счет тандемной осенней обработки привели к постоянному увеличению плодородия почвы. За последние 7 лет с 2013 по 2019 год, которые характеризовались как рекордным урожаем (2014 год), так и двумя годами с серьезными неудачами, связанными с засухой (2018, 2019), значительное ежегодное увеличение урожайности более чем на 6,4 СЕ, в среднем более 7 лет по сравнению с соответствующим периодом предыдущего года (2006-2012 гг.). В то же время опытные хозяйства сообщили о среднем сокращении использования удобрений на 11 кгN/га. Абсолютное увеличение урожайности было примерно одинаковым для разных почвенных индексов.



Рисунки 9 и 10. Средние за 7 лет значения доходности и абсолютный прирост доходности за 7 лет.

Сравнение урожайности на необработанных полях:

Превосходный долгосрочный эффект тандемной технологии - т.е. высокий средний прирост урожайности на 6,4 СЕ (за период 2013-2019 гг.) по сравнению с предыдущим периодом (2006-2012 гг.) можно лучше всего проверить, сравнив динамику урожайности на необработанных площадях, в том же регионе, поскольку здесь посевы находятся в схожих климатических условиях и погодных условиях, и как правило в хозяйствах, традиционно можно встретить схожие последовательности посевов. Мы перечисляем динамику доходов земли Саксонии с 2006 года. В Саксонии 700000 гектаров пахотных земель. Наиболее важными культурами, которые произрастают на 72% пашни, являются озимая пшеница (37,3%), озимый ячмень (17,6%), озимый рапс (24,7%) и кукуруза на силос (20,4%). Статистические данные [7] могут быть использованы для определения средней динамики урожайности за последние 14 лет (с 2006 по 2019) для этой смеси культур (Рис. 11):

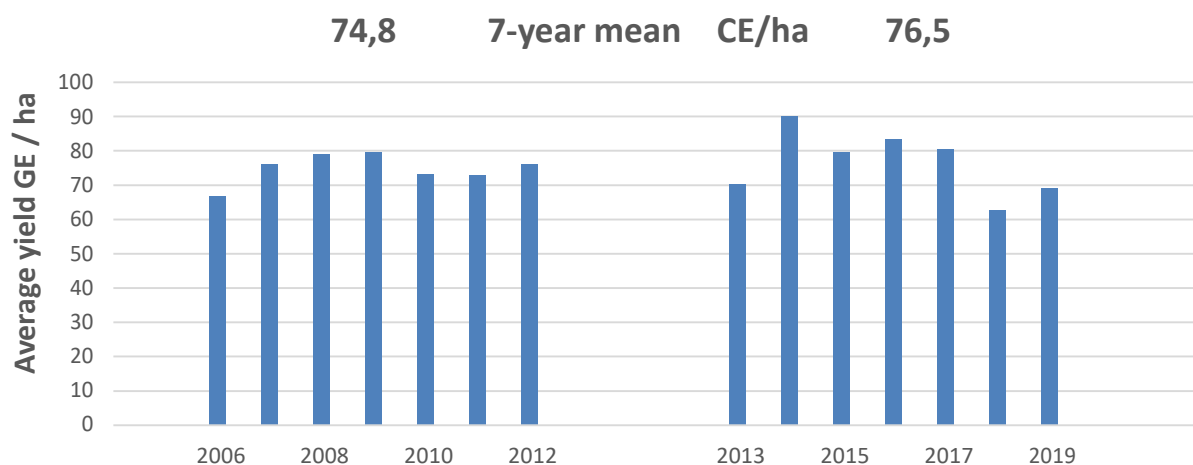


Рисунок 11: Средняя урожайность для различных культур Саксонии за последние 14 лет.

Урожайность микса культур в Саксонии выросла на 1,7 СЕ/га за последние 7 лет по сравнению с предыдущим периодом. Если вы сравните это значение с увеличением урожайности на 6,4 СЕ/га на наших экспериментальных тандемных участках (4000га), результат тандемной технологии можно определить с чистым эффектом 4,7 СЕ/га, как прирост урожая в среднем за 7 лет. Согласно отчетам компаний, они сэкономили в среднем 11 кг N/га азотных удобрений.

Резюме и приглашение

Технология **Тандем** позволяет целенаправленно использовать биологический потенциал почвы и еще больше улучшать её. Это приносит экологические и экономические выгоды обществу и компаниям, использующим эту технологию. Эта технология обеспечивает долгосрочную и стабильную высокую урожайность при меньшем использовании удобрений. Показанные долгосрочные результаты программы **Тандем**, являются хорошей предпосылкой для масштабирования технологии в другой долгосрочной программе, передачи технологий и практических занятиях в Германии в масштабе 200-1000. Программа **shakeHANDS 21/32** стартует в 2021 году.

Мы приглашаем других национальных и международных партнеров к сотрудничеству и поделиться своим опытом в дальнейшей разработке препаратов, биологическом анализе почвы, оптическом анализе листьев и моделировании процессов, а также для организации других национальных программ **shakeHANDS** в своих странах.