



Научная статья  
 УДК 631.5:631.6  
 doi: 10.55186/25876740\_2022\_65\_4\_423

## ОСОБЕННОСТИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА ОСУШАЕМЫХ ПОЧВАХ

**Ю.И. Митрофанов**

Федеральный исследовательский центр «Почвенный институт имени В.В. Докучаева», Москва, Россия

**Аннотация.** В статье приведены итоги длительных исследований (2012–2020 гг.) по организационно-технологическим и агро-мелиоративным особенностям земледелия на осушаемых почвах в условиях Нечерноземной зоны. Представлены результаты исследований по паровым и травяным звеньям севооборотов, агро-мелиоративным и ресурсосберегающим приемам обработки почвы, гребне-грядовым технологиям возделывания зерновых культур и картофеля. Установлено, что ведущими факторами, дифференцирующими почвенный покров, являются рельеф, литологическая неоднородность почвообразующих пород и гидроморфизм почвенного профиля. Для оценки почвенного покрова осушаемых земель, роли дренажа и отдельных агро-мелиоративных приемов обработки в регулировании водно-воздушного режима, формировании плодородия почв были использованы индексы комплексной оценки агрохимического (ИАС) и агрофизического (ИФС) состояния. Урожайность зерновых культур и картофеля на разнооглеенных почвах находилась в прямой связи с комплексным индексом их физической окультуренности. При изменении у почв ИФС с 0,36 до 0,71 урожайность ячменя повышалась на 1,01 т/га, овса — на 0,81 т/га, картофеля — на 7,3 т/га, во влажные годы еще значительнее — на 2,50, 2,12, 11,5 т/га, соответственно. Однако, оценка осушаемых разнооглеенных почв только по агрохимическим критериям, в отличие от автоморфных, не дает реального представления об их эффективном плодородии (по урожайности). Мелиоративное состояние является одним из основных факторов, определяющих особенности земледелия на осушаемых почвах, направление их сельскохозяйственного использования, состав возделываемых культур, структуру посевов и др. Осушаемые полугидроморфные почвы (за исключением слабооглеенных), без дополнительных агро-мелиоративных мероприятий, по потенциалу продуктивности, как правило, уступают автоморфным, занимая промежуточное положение между ними и недренированными аналогами. Особенности севооборотов, обработки почвы, агротехнологий связаны необходимостью их адаптации к почвенно-мелиоративным условиям осушаемых земель.

**Ключевые слова:** осушаемые почвы, плодородие, урожайность, севооборот, обработка почвы, агро-мелиоративные приемы, агротехнологии, способы посева

Original article

## FEATURES OF AGRICULTURE ON DRAINED SOILS

**Yu.I. Mitrofanov**

Federal Research Centre Dokuchaev Soil Science Institute,  
 Moscow, Russia

**Abstract.** The article presents the results of long-term studies (2012–2020) on the organizational, technological and agro-reclamation features of agriculture on drained soils in the conditions of the Non-Chernozem Zone. The results of studies on fallow and grass links of crop rotations, agro-reclamation and resource-saving methods of tillage, ridge-ridge technologies for the cultivation of grain crops and potatoes are presented. It has been established that the leading factors that differentiate the soil cover are relief, lithological heterogeneity of soil-forming rocks, and hydromorphism of the soil profile. To assess the soil cover of drained lands, the role of drainage and individual agro-reclamation methods of cultivation in the regulation of the water-air regime, the formation of soil fertility, indices of a comprehensive assessment of the agrochemical and agrophysical state of soils were used. The yield of grain crops and potatoes on mixed-gley soils was directly related to the complex index of their physical cultivation. When the soil agrophysical condition index changed from 0.36 to 0.71, the yield of barley increased by 1.01 t/ha, oats — by 0.81 t/ha, potatoes — by 7.3 t/ha, in wet years even more significant — by 2.50, 2.12, 11.5 t/ha, respectively. However, evaluation of drained multi-gley soils only by agrochemical criteria, in contrast to automorphic soils, does not give a real idea of their effective fertility (in terms of yield). The reclamation state is one of the main factors that determine the characteristics of agriculture on drained soils, the direction of their agricultural use, the composition of cultivated crops, the structure of crops, etc. Drained semihydromorphic soils (with the exception of weakly gleyed ones), without additional agroreclamation measures, are usually inferior to automorphic soils in terms of productivity potential, occupying an intermediate position between them and undrained analogues. Features of crop rotation, tillage, agricultural technologies are connected by the need to adapt them to the soil and reclamation conditions of drained lands.

**Keywords:** drained soils, fertility, productivity, crop rotation, tillage, agro-ameliorative methods, agricultural technologies, sowing methods

**Введение.** Научные исследования и практика лучших хозяйств показывают, что в Нечерноземной зоне комплексное улучшение мелиоративно-неустроенных переувлажняемых сельскохозяйственных земель позволяет удвоить и утроить их продуктивность. Урожайность зерновых культур, на окультуренных осушаемых землях может составлять 4,0–6,0 т/га, льна-долгунца (волокна) — 1,0–1,5 т/га, картофеля — 30,0–40,0 т/га, многолетних трав — 40,0–50,0 т/га зеленой массы. Такие урожаи становятся возможными при высоком уровне организации использования осушаемых земель, достаточном ресурсном обеспечении, прежде всего удобрениями, при высокой культуре земледелия,

освоении адаптивно-мелиоративных систем земледелия, учитывающих особенности осушаемых земель [1, 2]. Возникающие в использовании осушаемых земель агроэкологические проблемы, чаще всего, связаны с их почвенной пестротой и генетическими особенностями гидроморфных почв [3, 4, 5]. Почвенный покров объектов мелиорации часто представляет собой сложное сочетание дерново-подзолистых глеевых, глееватых, слабооглеенных, автоморфных, а также торфяно- и торфянисто-глеевых почв, отличающихся друг от друга, прежде всего, уровнем потенциального и эффективного плодородия, условиями ведения земледелия. Почвенная пестрота проявляется по литологии

и почвообразующим породам, гранулометрическому составу, состоянию водного и водно-воздушного режимов как до, так и после осушения, агрохимическим показателям почвенного плодородия, по закаменности почвенного профиля, плодородию и продуктивности возделываемых культур и др.

Особенностью осушаемых земель является также то, что основная их территориальная пестрота в мелиоративных режимах (по состоянию водного и водно-воздушного режимов) формируется под влиянием не только природных факторов (рельеф поверхности и местоположение почв в агроландшафте, тип водного питания, генетические особенности почв,

их водно-физические свойства и т.д.), но и антропогенных (конструктивные особенности мелиоративных систем, их технического состояния, работоспособности и т.д.). В производственных условиях контрастные различия технологических участков в мелиоративных режимах могут проявляться в сроках наступления физической спелости почвы весной, в качестве полевых работ, в проходимости техники, условиях и качестве уборки урожая, в развитии растений, продуктивности культур и т.д. [6, 7].

**Цель исследований.** На основе данных длительных научных исследований (2012-2020 гг.) показать организационно-технологические и агромелиоративные особенности земледелия на осушаемых почвах в условиях Нечерноземной зоны.

**Материалы и методы.** Наши исследования проводились на экспериментальных полях Всероссийского научно-исследовательского института мелиорированных (ВНИИМЗ) в ландшафтно организованном опыте на мелиоративном объекте «Губино» Тверской области, расположенном в пределах конечного-моренной гряды. В отношении почвообразующих пород объект исследований является типичным для северо-западной части Нечерноземной зоны. Преобладающими почвообразующими породами на опытном участке является переотложенная (перемытая) морена и флювиогляциальные отложения. По степени гидроморфизма осушаемые дерново-подзолистые почвы представлены: слабооглеенными, глееватыми и глеевыми разновидностями, на основе которых были сформированы 3 почвенно-мелиоративные группы, представляющие собой производственно значимые агроэкологически однотипные территории по состоянию водного режима и условиям ведения земледелия. Дополнительно в схему опыта были включены участки с автоморфными и переувлажняемыми глееватыми почвами.

На каждой почвенно-мелиоративной группе были освоены полевой плодосменный севооборот с чередованием культур: однолетние травы, озимая рожь, картофель, овес+клевер, клевер, ячмень. Технологии выращивания культур во всех вариантах были однотипными. Удобрения вносили на уровне нормальной технологии. Основные агрохимические показатели пахотного слоя перед закладкой опыта: рН<sub>сн</sub> 5,5...6,5, гидролитическая кислотность 0,87...1,68 мг-экв/100 г почвы (по Каппену), содержание гумуса 2,05...4,50% (по Тюрину),

К<sub>О</sub> — 72...123 мг/кг (по Кирсанову), Р<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 216...222 мг/кг почвы (по Кирсанову). По погодным условиям (ГТК по Селянину) шесть вегетационных периодов в этом опыте были влажными, два — избыточно-влажными и один засушливым.

В отдельных опытах изучались схемы разных видов полевых севооборотов и их звеньев, приемы основной и агромелиоративной обработки почвы, агротехнологии возделывания зерновых культур, картофеля и многолетних трав. Мелиоративное рыхление изучали в трех опытах. Способ рыхления — полосной (ленточный) на глубину 50-60 см. Шаг рыхления 1,4 м. Гребнистую вспашку проводили переоборудованным для этих целей плугом — ПЛН-4-35 на глубину 20-22 см (контроль — гладкая вспашка) под яровые зернофуражные культуры (ячмень и овес). Предшественники: озимая рожь и картофель.

Для установления почвенных различий, роли дренажа и отдельных агромелиоративных приемов обработки в регулировании водно-воздушного режима почв, формировании их плодородия, были использованы индексы комплексной оценки агрохимического (ИАС) и агрофизического (ИФС) состояния почв, дающие более полное, по сравнению с отдельными индексами, представление об их эффективном плодородии [4]. Для расчета ИАС, как среднеарифметических из частных оценок, были использованы показатели рН, гумуса, подвижного фосфора и обменного калия. При расчете ИФС были использованы показатели плотности сложения, пористости, влажности почвы, средневегетационные коэффициенты аэрации, характеризующие параметры водно-воздушного режима и показывающие сколько единиц объема воздуха приходится на единицу объема воды в почве. Изучение агрофизических и агрохимических свойств разнооглеенных почв проводилось по общепринятым методикам.

**Результаты и обсуждение.** Установлено, что ведущими факторами, характеризующими почвенный покров, являются литология почвообразующих пород и степень гидроморфизма почв. Изменчивость физических и агрохимических показателей почв определяется их местоположением в ландшафте, органическим веществом, характером водного режима и гидроморфизмом [3, 4, 5]. Самые высокие значения ИАС были на глеевой и глееватой почвах (0,85 и 0,78 соответственно), затем в порядке убывания — слабооглеенные (0,75) и автоморфные (0,60). Автоморфная почва в соответствие

показателем ИАС относилась к среднеокультуренной, а осушаемая — к окультуренной почве. В тоже время ИФС почв разместились в обратном порядке по сравнению с ИАС. Наиболее высокий ИФС был у автоморфной и слабооглеенной осушаемой почвы — 0,71, далее у осушаемой глееватой — 0,58 и у осушаемой глеевой — 0,36. В прямой зависимости с комплексным индексом физической окультуренности почвы была урожайность зерновых культур и картофеля (рис. 1).

Урожайность ячменя повышалась на 1,01 т/га, овса — на 0,81 т/га, картофеля — на 7,3 т/га, а во влажные годы — на 2,50, 2,12, 11,5 т/га соответственно при возрастании ИФС почв от 0,36 до 0,71. В засушливые периоды эта связь не наблюдалась. Наибольшие урожаи, в среднем за 9 лет исследований, были получены на автоморфной и дренированной слабооглеенной почвах (наименьшие ИАС), а самые низкие — на глеевой почве. В то же время, урожайность культур находилась в обратной связи с агрохимическими свойствами почв.

Установленные зависимости указывают на существенные особенности в процессе формирования эффективного плодородия в осушаемых почвах, на более активное участие в нём агрофизических факторов. Уровень урожайности на переувлажняемых и недостаточно дренированных почвах ограничивается агрофизическими условиями почвенной среды, состоянием их водного и водно-воздушного режимов. В этом случае современные системы воспроизводства плодородия почв должны предусматривать мероприятия, направленные на оптимизацию их агрофизического состояния в соответствии с биологическими требованиями растений [8, 9].

Осушение увеличило показатели ИФС дерново-подзолистой глееватой легкосуглинистой почвы с 0,31 до 0,58 (на 87,1%), а дополнительные агрохимические приемы обработки (мелиоративное рыхление и гребнистая вспашка) — до 0,80-0,86. По агрофизическому состоянию почва из слабоокультуренной группы под влиянием дренажа перешла в среднеокультуренную, а при применении агрохимических приемов обработки почвы — в группу хорошо окультуренных.

Особенности воспроизводства плодородия почв на осушаемых землях связаны также с их агрофизической и агрохимической пестротой, с проблемами управления балансом органического вещества в разных почвах [10]. Наиболее значительные изменения в содержании гумуса в первые годы после осушения наблюдались в глеевых почвах, вовлечение которых в пашню приводит, по сравнению с другими почвами, к более глубокому нарушению в них сложившегося природного равновесия в балансе органического вещества. В опытах, в годы после осушения, содержание гумуса в глеевой почве в плодосменном севообороте с однолетним использованием клевера и при внесении на 1 га пашни 12,0 т органических удобрений, снизилось на 0,86% — с 4,50 до 3,64%, ежегодная убыль гумуса составила 2,19 т/га. При этом, на автоморфном и на осушаемом старопахотном участках со слабооглеенной и глееватой почвами баланс гумуса был положительным — содержание гумуса увеличилось на 0,07-0,12%.

Большие отличия осушаемых почв от обычных автоморфных в отношении динамики агрохимических свойств связаны с их кислотностью [4, 11]. В опытах кислотность увеличивалась во всех севооборотах и у всех видов почв.

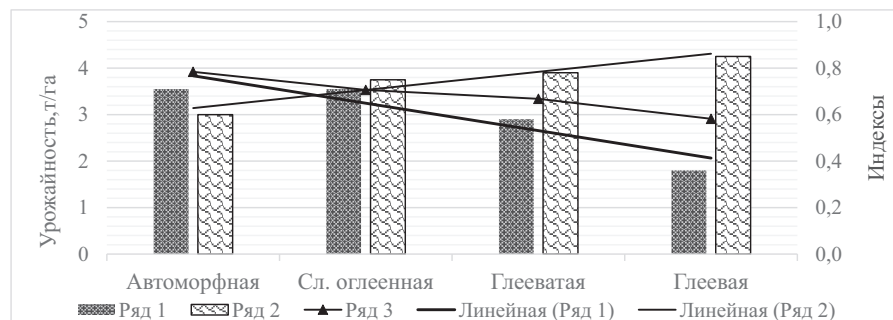


Рисунок 1. Взаимосвязь индексов агрофизического (ряд 1) и агрохимического (ряд 2) состояния почв с урожайностью ячменя (ряд 3) (Коэффициент корреляции урожайности ячменя с ИФС 0,99, с ИАС — 0,96)  
 Figure 1. The relationship between the indices of agrophysical (row 1) and agrochemical (row 2) soil conditions with barley yield (row 3) (Coefficient of correlation of barley yield with the indices of agrophysical soil conditions 0,99, with the indices of agrochemical soil conditions 0,96)



Особенность заключается в том, что процесс подкисления в дренированных почвах протекает значительно интенсивнее (на 25,0%). Более быстрое увеличение кислотности в осушаемых почвах, безусловно, связано с безвозвратными потерями из почвы с дренажным стоком Са и Mg, одних из основных биогенных элементов, определяющих почвенное плодородие и подержанных наиболее значительному выносу из пахотного слоя с дренажными водами. Скорость подкисления почвы усиливается при применении глубокого мелиоративного рыхления почв. Использование осушаемых земель на ландшафтной основе позволяет более дифференцированно подходить к решению проблем регулирования и воспроизводства органического вещества почвы, определению периодичности поддерживающего известкования, норм внесения извести и удобрений и др.

Мелиоративное состояние осушаемых земель является одним из важнейших факторов, определяющих направление их сельскохозяйственного использования, состав возделываемых культур, структуру посевов, особенности севооборотов, обработки почвы и др. [8, 9, 11, 12]. При определении места и роли осушаемых земель в производстве растениеводческой продукции необходимо учитывать их потенциальные возможности и пригодность для возделывания тех или иных культур. Проведенная в опытах ВНИИМЗ оценка продуктивности осушаемых почв относительно автоморфной почвы, принятой за эталон по степени отрегулированности водно-воздушного режима, показала, что осушаемые полугидроморфные почвы (за исключением слабооглеенных) без дополнительного агро-мелиоративных мероприятий по потенциалу продуктивности основных полевых культур, кроме клевера, уступают, как правило, автоморфным, занимая при этом промежуточное положение между ними и не дренированными аналогами (табл.).

Продуктивность плодосменного севооборота на автоморфном участке, в среднем за 9 лет, составила 55,7 ц к. е. с гектара севооборотной площади, на осушаемом с глееватыми почвами — 51,5 и на неосушаемом — 41,2 ц/га. Во влажные годы промежуточное положение осушаемых земель было более заметно, в сухие годы различия между почвами, наоборот, сглаживались. Осушаемые разнооглеенные почвы по продуктивности размещались в следующем порядке убывания: слабооглеенные, глееватые, глеевые. Результаты рейтинговой индексации почв по потенциалу на них

продуктивности отдельных культур позволяют обосновать необходимость и особенности дифференцированного использования осушаемых земель, выбрать наиболее эффективное направление использования осушаемых почв, рассчитать средневзвешенную продуктивность агроландшафта, дать оценку различным вариантам использования осушаемых земель, определить экономическую и энергетическую эффективность принимаемых решений на стадии конструирования и проектирования систем земледелия.

Системой земледелия в Тверской области, в качестве возможных организационных форм использования мелиорированной пашни, предусматривалось в отдельных севооборотах (при проведении мелиорации на больших компактных территориях), в виде отдельных полей в существующих севооборотах (при небольших объемах мелиорации), а также в форме выводных полей, с организацией чередования культур только во времени.

Севооборот является основой системного подхода к организации земледелия. На его основе формируется весь агротехнологический комплекс по выращиванию сельскохозяйственных культур и воспроизводству почвенного плодородия. С учетом реальных агроэкологических и производственных условий хозяйств на осушаемых землях могут вводиться и осваиваться различные типы и виды севооборотов с классическими видами звеньев севооборотов (паровые, травяные, пропашные) [4,11,12]. Первые 2-3 года после сдачи объектов мелиорации в эксплуатацию допускается посев временных рекогносцировочных культур.

Особенности паровых полей в севооборотах на осушаемых землях связаны с их возросшей, по сравнению с обычными землями, функционально-технологической нагрузкой. По своей значимости традиционные паровые поля превращаются в мелиоративно-паровые [4,13]. В интенсивном земледелии на осушаемых почвах следует выполнять расширенный комплекс агротехнических, агро-мелиоративных и мелиоративных мероприятий. Этот комплекс должен состоять из почвоулучшающих приемов, включающих известкование, фосфоритование, внесение органических и минеральных удобрений, рыхление подпахотного слоя почвы, планировку поверхности, уборку камней. Должны также быть проведены эксплуатационные мероприятия, направленные на улучшение водорегулирующего действия дренажа — мелиоративное рыхление на тяжелых с низкой

водопроницаемостью почвах, ремонт и промывка дренажа, очистка от наносов смотровых колодцев и устьев коллекторов и т.д. [14].

Реализация технологических возможностей паровых полей должна осуществляться на основе комплексного планирования работ и разработки целевых программ повышения плодородия почв. При неоднородном почвенном покрове мелиоративно-паровое поле может быть представлено чистыми, занятыми и сидеральными парами или различными их комбинациями. Наиболее распространенными парозанимающими культурами являются: клевер луговой с одноукосным использованием, однолетние бобово-злаковые травостои и крестоцветные культуры. Результаты полевых исследований показали, что паровое звено с клевером является наиболее эффективным. В этом случае выход кормовых единиц, в сумме по 2-м культурам, был на 75,1% выше относительно чистого пара и на 15,6% по отношению к варианту с однолетними травами. Производственные затраты в этом звене (по сравнению со звеном с однолетними травами) в расчете на 1 т к.е. снизились на 43,3%, затраты ТМН — на 49,5%, минеральных удобрений — на 24,4%, труда — на 31,6%. Введение в севообороты мелиоративно-паровых полей имеет большое значение в связи с тем, что значительные площади осушаемых земель в настоящее время нуждаются в улучшении и повышении плодородия почв.

Особое место в полевых севооборотах на осушаемых землях отводится многолетним травам [4, 9, 11, 15]. Эти культуры являются одними из основных в плодосменных, зернотравяных, травянопропашных, травопольных севооборотах. По своим биологическим возможностям травы лучше других культур используют эколого-ландшафтные, рельефные и гидрологические условия осушаемых земель. Полевое травосеяние выполняет важные функции, связанные с производством кормов, повышением плодородия и, прежде всего, поддержанием в севооборотах бездефицитного баланса органического вещества в почве. Как и на обычных землях, здесь в полевых севооборотах рекомендуется высевать клеверотимофеечную смесь, в которой основным компонентом, определяющим качество заготовляемых кормов, выход протеина и ценность пласта многолетних трав в качестве предшественника других культур, является клевер.

Основные технологические особенности возделывания многолетних трав на осушаемых землях связаны с выбором для них покровных культур. Лучшими покровными культурами (при урожайности зерновых более 25 ц/га зерна), по комплексу критериев (кормовые достоинства трав, агротехническая ценность пласта как предшественника, общая продуктивность севооборотов) признаны однолетние бобово-злаковые смеси и зерновые на монокультуре, а также яровая пшеница и овес, худшими — озимая рожь и пшеница. Ячмень на зерно, наиболее часто рекомендуемый для подсева трав в севооборотах на обычных землях, на осушаемых в качестве покровной культуры рекомендуется только в порядке исключения на хорошо дренированных и окультуренных землях при внесении удобрений на планируемую урожайность не менее 3,0 т зерна с гектара.

В полевых севооборотах многолетние травы рекомендуется использовать не более двух лет, с размещением по пласту трав льна-долгунца,

Таблица. Сравнительная урожайность сельскохозяйственных культур при возделывании на разных почвах (в долях, относительно урожайности автоморфной дерново-подзолистой почвы, в среднем за 9 лет)  
Table. Comparative yield of agricultural crops when cultivated on different soils (in shares, relative to the yield of automorphic soddy-podzolic soil, on average over 9 years)

Сельскохозяйственная культура	дерново-подзолистая почва			
	осушаемая			неосушаемая
	слабо-оглеенная	глееватая	глеевая	
Рожь озимая	0,97/0,95	0,87/0,86	0,81/0,71	0,42/0,48
Ячмень	0,91/0,87	0,87/0,71	0,72/0,47	0,63/0,35
Овес (с подсевом клевера)	1,01/0,89	0,92/0,73	0,73/0,46	0,70/0,46
Клевер	1,26/0,95	1,19/0,88	1,01/0,72	1,21/1,02
Картофель	0,91/1,02	0,86/0,78	0,73/0,62	0,73/0,37

Примечание: фон — вспашка на 20...22 см; числитель — по урожайности, знаменатель — по урожайности влажных лет, в среднем за 9 лет.





озимых (рожь, пшеница, тритикале) и яровых зерновых культур. При высокой продуктивности трав оборот пласта для этих культур может быть также хорошим предшественником. Лучшими травяными звеньями являются звенья с двухлетним и двухукосным использованием многолетних трав и размещением по пласту трав яровых зерновых культур, льна и, с определенными ограничениями, картофеля. При выращивании по пласту многолетних трав (с двухукосным использованием) яровых зерновых культур (овес, ячмень, яровая пшеница), вместо озимой ржи, продуктивность травяного звена севооборота возрастает на 18,3-27,8%.

Особенности пространственной организации использования осушаемых земель в севооборотах связаны с природной и антропогенной дифференциацией их почвенного покрова, с необходимостью применения специальных методов оценки мелиоративных режимов и увязки территориальной организации севооборотов с общей системой землепользования предприятия. При неконтрастной или слабоконтрастной структуре почвенного покрова, принцип пространственно-дифференцированного подхода к использованию осушаемых земель и рационального размещения культур решается на уровне агроэкологически однотипных севооборотных территорий.

На объектах мелиорации со сложной и контрастной структурой почвенного покрова эффективное использование пашни здесь может быть достигнуто за счет индивидуального подхода к использованию технологических участков: без формирования севооборотных массивов с организацией временного режима чередования культур на основе отдельных технологических участков; с формированием некомпактных севооборотных территорий и полей из разрозненных технологических участков, относящихся к одному агроэкологическому виду земель; с организацией адаптивного организованных интегрированных севооборотов с укрупненными полями и внутривидовой дифференциацией севооборотной территории. Интегрирующей культурой в последнем случае являются многолетние травы, присутствующие в основных видах полевых севооборотов. Дифференцированное использование осушаемых земель, по сравнению с их бессистемным использованием без учета мелиоративного состояния, позволяет увеличивать продуктивность почв в плодосменном севообороте на 5-16%, накопление дополнительной биологической энергии — на 17,3-24,3%, доходность зерновых культур и картофеля — на 20,4-33,3%.

В системе обработки осушаемых почв особенности земледелия связаны с необходимостью их более интенсивного рыхления с целью улучшения водно-воздушного режима, с применением дополнительных приемов для отвода избыточной влаги и усиления водорегулирующего действия дренажа [9,16, 17]. Особое место в решении этой задачи, особенно при неотрегулированном водном режиме, принадлежит агро-мелиоративным приемам (АП). Агро-мелиоративные приемы являются важнейшей частью мелиоративных проектов и существенным дополнением к инженерным системам, регулирующим водный режим. Агро-мелиоративные приемы по влиянию на водный режим почвы делятся на 2 группы. Во-первых, это АП по усилению поверхностного и внутрипочвенного стока в пахотном горизонте (планировка

и профилирование поверхности, узкозагонная вспашка, выборочное бороздование, нарезка ложбин стока, устройство колонок и колодцев поглотителей, гребневание, грядование, увеличение пахотного слоя). Во-вторых, это АП по усилению внутрипочвенного стока в подпахотном горизонте почвы, увеличению ее водоемкости и водопроницаемости, усилению дренажного стока (глубокое мелиоративное рыхление, кротование, щелевание, увеличение мощности пахотного слоя).

На выбор АП оказывают влияние структура почвенного покрова, агрофизические свойства почв, способ осушения, мелиоративное состояние осушаемых земель, микрорельеф, уклоны поверхности, мощность гумусового горизонта, биологические особенности возделываемых культур и др. Из приемов первой группы наибольшего внимания заслуживает гребнистая обработка в системе зяблевой подготовки почвы под ранние яровые культуры. В наших исследованиях под влиянием гребнистой вспашки ИФС увеличился на 33,3% (0,80). Наибольшие прибавки урожая ячменя (0,72-1,64 т/га) от гребнистой вспашки наблюдались на глеевых почвах, ниже — на глееватых (0,59 т/га), самые низкие — на слабооглеенных и легкосуглинистых (0,51 т/га). Гребнистая вспашка на супесчаной слабооглеенной почве влияла на урожайность ячменя.

Из второй группы важная роль в регулировании водно-воздушного режима осушаемых почв с низкой водопроницаемостью принадлежит глубокому мелиоративному рыхлению на глубину 50-60 см. Положительное действие мелиоративного рыхления на продуктивность растений (при первом рыхлении) составляет 2-3 года и более. В наших опытах прирост урожая культур (в среднем за 9 лет) составил 7,6-23,2%. В избыточно влажные годы прирост урожая был 14,4-32,3%, а в засушливые — от 0-35,0%. При этом, в зависимости от почв, выход дополнительной валовой энергии увеличился на 4,7-14,2 ГДж/га севооборотной площади. От объемного щелевания почв получены аналогичные результаты. Технология объемного щелевания предусматривает формирование широких щелей (16 см) на глубину 45-50 см с заполнением подпахотной части (30-50 см) измельченной соломой, растительными остатками и гумусовым слоем.

В условиях сложного почвенного покрова важным является вопрос адаптации АП ко всему комплексу факторов, формирующих почвенно-гидрологическую пестроту на объектах осушения, и организация их дифференцированного применения. Процесс адаптации предполагает учет геоморфологических, литологических, гидрогеологических факторов, структуры почвенного покрова, создание картографических материалов в виде специальных схем, отражающих дифференциацию территории по условиям применения АП. В адаптивно-мелиоративных системах земледелия АП являются частью комбинированных систем и технологий обработки почвы в севооборотах. Основой систем обработки почвы в севооборотах является отвальная технология (вспашка) с возможностью ее замены, в определенных агроэкологических условиях, и под отдельные культуры, ресурсосберегающими приемами — безотвальным рыхлением или мелкой обработкой. Благоприятные условия для отказа от вспашки создаются, прежде всего, на слабооглеенных и глееватых хорошо

дренированных окультуренных почвах легкого механического состава (супесчаные и легкосуглинистые) с коэффициентом фильтрации с поверхности более 0,3-0,5 м/сут и благоприятными агрофизическими свойствами.

На слабозасоренных полях под яровые зерновые культуры, размещаемые в севообороте после картофеля и корнеплодов, под овес после озимой ржи, под озимые культуры после раннего картофеля и однолетних трав, обычная вспашка на 20-22 см может быть заменена мелкой обработкой на 10-15 см (дискование, лемешное лущение, чизелевание) или чизелеванием на 18-22 см. На осушаемых землях с недостаточно эффективно работающим дренажем затраты на обработку почвы можно снизить в результате замены вспашки под отдельные культуры севооборота безотвальной обработкой без уменьшения ее глубины с использованием почвообрабатывающих орудий чизельного типа. Ресурсосберегающие приемы обработки почвы позволяют сократить трудовые, энергетические и материально-технические затраты на возделывание сельскохозяйственных культур, а также время на проведение отдельных технологических операций. При этом, производительность труда возрастет на 30-80%, расход горючего уменьшится на 15-50%, общая стоимость основной обработки в расчете на 1 га снижается на 30-75%.

Важнейшим элементом современных систем мелиоративного земледелия являются адаптивные агротехнологии возделывания полевых культур. На осушаемых землях интенсивные агротехнологии необходимо адаптировать к гидрологической неоднородности почв, повышенной влажности почвенного покрова, неравномерному высыханию поверхности почв и др. К главным приемам адаптации технологий относятся размещение культур на соответствующих им видах земель, использование требуемых для данных почв агро-мелиоративных приемов обработки почвы, специализированных способов посева и возделывания растений на профилированной поверхности, культивация смешанных посевов и др.

Особый интерес для земледелия северо-западной части Нечерноземной зоны представляют гребне-грядовые технологии выращивания зерновых культур и картофеля. На зерновых культурах высокую эффективность проявляет гребнистый ленточно-разбросной способ их посева [9,17,18]. Растения размещаются лентой шириной 13-15 см и на гребнях высотой 40-80 мм. Для семян при посеве создается уплотненное ложе и обеспечивается их хороший контакт с почвой путем вдавливания в посевной слой. В опытах на дерново-подзолистых легкосуглинистых и супесчаных глееватых почвах полевая всхожесть семян, по сравнению с обычным рядовым посевом, увеличивалась на 10,3% (в среднем по 5 культурам), выживаемость растений — на 5,8%, количество продуктивных стеблей — на 17,8%, масса зерна в колосе (метелке) — на 10,0%, урожайность культур — на 0,21-1,19 т/га. Преимущество гребнистого ленточно-разбросного способа посева формируется за счет оптимизации площади питания растений и улучшения агрофизических условий в посевном слое почвы и зоне расположения узла кущения.

Наибольшее значение гребнистый способ посева имеет при возделывании озимой ржи, посева которой в Нечерноземной зоне при



обычной технологии, как правило, часто страдают от неблагоприятного водно-воздушного режима почвы осенью, от истощения растений и выпревания в зимний период, а также от застоя воды и вымокания, появления ледяной корки в периоды зимних оттепелей и др. Гребнистый ленточно-разбросной способ повышает устойчивость посевов к этим неблагоприятным факторам, снижается засоренность посевов, поражение растений снежной плесенью и корневыми гнилями. Сохранность растений озимой ржи при перезимовке повышается на 12,5-19,1%.

В технологиях ранних яровых зерновых культур эффективным приемом, наряду с гребнистым способом посева, считается гребнистая зяблевая вспашка, которая практически без дополнительных затрат обеспечивает повышение урожайности яровых зернофуражных культур на 4,2-6,1 ц/га (на 15,2-17,1%) и снижение затрат ресурсов на 1 тонну выращенного зерна на 14,9%.

Гребнистая технология дала положительный эффект при возделывании люпина на зерно. В среднем по трехлетним данным, гребнистая вспашка увеличила урожайность люпина (по сортам) на 2,6-3,7 ц/га. Суммарная прибавка урожая зерна от гребнистой зяблевой вспашки и посева на гребнях, по сравнению с контролем, составила 5,1 ц/га.

При производстве зернофуража более высокая адаптивность технологий к почвенно-мелиоративному разнообразию осушаемых земель может быть получена при совместных посевах ячменя и овса. Эти сельхозкультуры требуют различные требования к условиям произрастания, таким, как влажность почвы, кислотность, обеспеченность элементами питания и т.д. Ячмень и овес имеют разные реакции на погоду. Исследования показали, что в среднем за 7 лет смешанные посевы овса и ячменя обеспечили продуктивность на глееватых и слабооглеенных осушаемых почвах по выходу зерна выше на 19,0% — 6,0 ц/га (10,3-32,9% по годам) по сравнению с чистыми посевами ячменя, а по сравнению с чистыми посевами овса — на 2,9 ц/га (7,9%).

На картофеле одним из перспективных направлений адаптивной интенсификации его производства, кроме освоения в условиях сложного почвенного покрова специализированных севооборотов, является переход на грядовую технологию возделывания [4,17]. Эта технология лучше гребневой приспособлена для возделывания картофеля на осушаемых закрытым дренажем почвах. При грядовой технологии формируется более устойчивый водно-воздушный и тепловой режимы, снижается засоренность посадок и общая вредоносность фитотрофа. Современная грядовая технология состоит из ресурсосберегающей системы обработки почвы, включает полосное рыхление почвы под грядой, а также внесение органических и минеральных удобрений локально в расчете под планируемую урожай. Необходима также специальная комплексная подготовка полей в осенний период (осенняя нарезка гряд), современная система ухода за посевами, обеспечивающая полный отказ от гербицидов и др. В целом, грядово-ленточная технология сегодня позволяет увеличить урожайность картофеля в среднем на 14,9% по сравнению с базовой, и на 22,0% по сравнению с гребневой (во влажные годы на 30,2%). Грядово-ленточная технология с трехрядовой системой машин повышает

производительность труда на посадке картофеля и уходе за ним в 1,2-1,8 раза, по сравнению с обычной гребневой, увеличивает условно чистый доход на 21,8-51,4%, снижает себестоимость 1 тонны клубней на 11,3-19,4%, повышает коэффициент энергетической эффективности на 5,7-9,7% [9].

**Выводы.** Основные структурные элементы современных систем земледелия на осушаемых почвах должны формироваться с учетом их агроэкологических особенностей, характера дифференциации почвенного покрова по агрохимическим и агрофизическим свойствам, эффективному плодородию.

Существование комплексных мелиоративных и агро-мелиоративных мероприятий по оптимизации водно-воздушного режима осушаемых почв является необходимым условием повышения эффективности основных средств интенсификации земледелия — удобрений, современных сортов, средств защиты растений, ресурсосберегающих технологий обработки почвы и др. Пространственно-варьирующую неоднородность почвенного покрова осушаемых земель и их мелиоративное состояние необходимо учитывать при организации адаптивно-сбалансированных севооборотов, применении агро-мелиоративных приемов, формировании адаптированных систем использования удобрений, обработки почвы и агротехнологий. Разработанные с учетом особенностей осушаемых земель интенсивные агротехнологии позволяют получать на дренированной пашне 4,0-6,0 и более тонн зерна с 1 гектара или эквивалентное количество другой растениеводческой продукции.

#### Список источников

1. Кирюшин В.И. Концепция развития земледелия в Нечерноземье. СПб.: ООО «Квадро», 2020. 276 с.
2. Kiryushin V.I. (2019). The Management of Soil Fertility and Productivity of Agrocenoses in Adaptive-Landscape Farming Systems // Eurasian Soil Science. n0.52(9), pp.1137-1145. DOI: 10.1134/S1064229319070068
3. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий / Под ред. В.И. Кирюшина, А.Л. Иванова. М.: Росинформагротех, 2005. 794 с.
4. Митрофанов Ю.И. Адаптивные севообороты и технологии на осушаемых землях Нечерноземной зоны. Тверь: ТГУ, 2010. 287 с.
5. Кудрявцев А.Е., Вольнов В.В., Давыдов А.С. Вопросы методики агроэкологической оценки плодородия пахотных почв для проектирования систем земледелия на ландшафтной основе // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 5 (139). С. 55-60.
6. Щитов С.Е. Реализация адаптивно-ландшафтного подхода к обеспечению развития системы агро-мелиоративного земледелия // Экономика и экология территориальных образований. 2017. № 2. С. 134-140.
7. Вольнов, В. В., Бойко, А. В. Комплекс мелиоративных мероприятий в адаптивно-ландшафтном земледелии // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 4 (126). С. 35-40.
8. Дубовик Д.В., Чуян О.Г. Качество сельскохозяйственных культур в зависимости от агротехнических приемов и климатических условий // Земледелие. 2018. № 2. С. 9-13. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10202
9. Усовершенствованные агро-мелиоративные приемы обработки почвы, обеспечивающие регулирование водно-воздушного режима осушаемых почв. Методические рекомендации. Тверь: Тверской печатник, 2012. 25 с.
10. Цыгуткин А.С., Азаров А.В. Изучение влияния технологий возделывания сельскохозяйственных культур и почвы, как саморазвивающейся системы, на содержание гумуса // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 6. С. 44-49. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10608

11. Байбеков Р.Ф., Кирпичников Н.А., Бижан С.П., Белек А.Н. Влияние длительного применения удобрений на показатели плодородия дерновоподзолистой почвы в зернотравяном севообороте // Земледелие. 2021. № 7. С. 12-15. DOI: 10.24412/0044-3913-2021-7-12-15

12. Иванов А.И., Иванова Ж.А., Цыганова Н.А. Влияние ландшафтных условий на эффективность точной системы удобрения в звене полевого севооборота // Агробиом. 2020. № 2. С. 69-76. DOI: 10.31857/50002188120020040

13. Пургин Д.В., Усенко В.И., Краченко В.И., Гаркуша А.А., Усенко С.В., Олешко В.П. Формирование засоренности посевов в зернопаровом севообороте в зависимости от способа обработки почвы и применения средств химизации // Земледелие. 2019. № 8. С. 8-13. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10802

14. Митрофанов Ю.И., Петрова Л.И., Гуляев М.В., Первушина Н.К. Предпосевная обработка почвы при разных способах посева зерновых культур // Земледелие. 2020. № 6. С. 29-33. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10607

15. Рублюк М.В., Иванов Д.А., Карасева О.В., Хархардинов Н.А. Изменение свойств дерново-подзолистой почвы в зависимости от осушаемых агроландшафтов при возделывании клеверо-тимофеечной травосмеси // Земледелие. 2022. № 3. С. 19-22. DOI: 10.24412/0044-3913-2022-3-19-23

16. Тютюнов С.И., Солнцев П.И., Хорошилова Ю.В., Емец М.В., Горохова Ж.Ю. Влияние приемов основной обработки почвы, удобрений и средств защиты растений на продуктивность озимой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 5. С. 18-23. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10503

17. Миско М.А., Митрофанов Ю.И., Поздняков А.И. Применение агро-мелиоративных мероприятий на осушенных минеральных землях Нечерноземной зоны РСФСР (технологический регламент). М.: МСХ РСФСР, 1991. 58 с.

18. Митрофанов Ю.И., Анциферова О.Н. Гребнистый способ посева зерновых культур на осушаемых землях // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. № 3. С. 301-312. DOI: 10.30766/2072-9081.2020.21.3.301-312

#### References

1. Kiryushin, V.I. (2020). *Kontseptsiya razvitiya zemledeliya v Nечернозем'ye* [The concept of the development of agriculture in the Non-Chernozem region]. Saint Petersburg: ООО «Kвадро», 276 p.
2. Kiryushin, V.I. (2019). The Management of Soil Fertility and Productivity of Agrocenoses in Adaptive-Landscape Farming Systems. Eurasian Soil Science. 2019; 52(9):1137-1145. DOI: 10.1134/S1064229319070068
3. *Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий* (2005). [Agroecological land assessment, design of adaptive-landscape systems of agriculture and agrotechnologies]. Pod red. V.I. Kiryushina, A.L. Ivanova. Moscow: Rosinformagrotekh, 794 p.
4. Mitrofanov YU.I. (2010). *Адаптивные севообороты и технологии на осушаемых землях Нечерноземной зоны* [Adaptive crop rotations and technologies on drained lands of the Non-Chernozem zone]. Tver: TGU, 287 p.
5. Kudryavtsev A.Ye., Vol'nov V.V., Davydov A.S. (2016). *Voprosy metodiki agroekologicheskoy otsenki plodorodiya pakhotnykh pochv dlya proyektirovaniya sistem zemledeliya na landshaftnoy osnove* [Questions of methods of agroecological assessment of the fertility of arable soils for the design of farming systems on a landscape basis]. Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Altai State Agrarian University], no. 5 (139), pp. 55-60.
6. Shchitov S.Ye. (2017). *Realizatsiya adaptivno-landshaftnogo podkhoda k obespecheniyu razvitiya sistema agromeliorativnogo zemledeliya* [Implementation of the adaptive-landscape approach to ensuring the development of the system of agro-meliorative agriculture]. *Ekonomika i ekologiya territorial'nykh obrazovaniy* [Economics and Ecology of Territorial Formations], no. 2, pp. 134-140.
7. Vol'nov V.V., Boyko A.V. (2015). *Kompleks meliorativnykh meropriyatiy v adaptivno-landshaftnom zemledelii* [A complex of reclamation measures in adaptive landscape agriculture]. Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Altai State Agrarian University], no. 4 (126), pp. 35-40.





8. Dubovik D.V., Chuyan O.G. (2018). *Kachestvo sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v zavisimosti ot agrotekhnicheskikh priyemov i klimaticheskikh usloviy* [The quality of agricultural crops depending on agricultural practices and climatic conditions]. *Zemledeliye* [Agriculture], no. 2. pp. 9-13. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10202

9. *Usovershenstvovannyye agromeliorativnyye priyemy obrabotki pochvy, obespechivayushchiye regulirovaniye vodno-vozdushnogo rezhima osushayemykh pochv. Metodicheskiye rekomendatsii* [Improved agro-reclamation methods of tillage, which ensure the regulation of the water-air regime of drained soils]. Tver': Tverskoy pechatnik, 2012. 25 p

10. Tsygutkin A.S., Azarov A.V. (2021). *Izucheniye vliyaniya tekhnologiy vozdeystviya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur i pochvy, kak samorazvivayushchey sistema, na soderzhanie gumusa* [Study of the influence of cultivation technologies of agricultural crops and soil, as a self-developing system, on the content of humus]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the agro-industrial complex], vol. 35, no. 6, pp. 44-49. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10608

11. Baybekov R.F., Kirpichnikov N.A., Bizhan S.P., Belek A.N. (2021). *Vliyaniye dlitel'nogo primeneniya udobreniy na pokazateli plodorodiya dervopodolistoy pochvy v zerno-travyanom sevooborote* [Influence of long-term use of fertilizers on fertility indicators of soddy-podzolic soil in grain-grass

crop rotation]. *Zemledeliye* [Agriculture], no. 7, pp. 12-15. DOI: 10.24412/0044-3913-2021-7-12-15

12. Ivanov A.I., Ivanova Z.H.A., Tsyganova N.A. (2020). *Vliyaniye landshaftnykh usloviy na effektivnost' tochnoy sistemy udobreniya v zvene polevogo sevooborota* [Influence of landscape conditions on the efficiency of an accurate fertilizer system in the link of a field crop rotation]. *Agrokhi-miya* [Agrochemistry], no. 2. pp. 69-76. DOI: 10.31857/S0002188120020040

13. Purgin D.V., Usenko V.I., Kravchenko V.I., Garkusha A.A., Usenko S.V., Oleshko V.P. (2019). *Formirovaniye zasorennosti posevov v zernoparvom sevooborote v zavisimosti ot sposobov obrabotki pochvy i primeneniya sredstv khimizatsii* [Formation of weed infestation of crops in grain-fallow crop rotation depending on the method of tillage and the use of chemicals]. *Zemledeliye* [Agriculture], no. 8. pp. 8-13. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10802

14. Mitrofanov YU.I., Petrova L.I., Gulyayev M.V., Pervushina N.K. (2020). *Predposevnyaya obrabotka pochvy pri raznykh sposobakh poseva zernovykh kul'tur* [Pre-sowing tillage with different methods of sowing grain crops]. *Zemledeliye* [Agriculture], no. 6, pp. 29-33. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10607

15. Rublyuk M.V., Ivanov D.A., Karaseva O.V., Kharkhardinov N.A. (2022). *Izmeneniye svoystv dervopodolistoy pochvy v zavisimosti ot osushayemykh agrolandshaftov pri vozdeystvii klevero-timofeyeychnoy travosmesi* [Changes in the

properties of soddy-podzolic soil depending on the drained agrolandscapes during the cultivation of clover-timothy grass mixture]. *Zemledeliye* [Agriculture], no. 3, pp. 19-22. DOI: 10.24412/0044-3913-2022-3-19-23

16. Tyutyunov S.I., Solntsev P.I., Khoroshilova YU.V., Yemets M.V., Gorokhova ZH.YU. (2020). *Vliyaniye priyemov osnovnoy obrabotki pochvy, udobreniy i sredstv zashchity rasteniy na produktivnost' ozimoy pshenitsy* [Influence of methods of basic tillage, fertilizers and plant protection products on the productivity of winter wheat]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the agro-industrial complex], vol. 34, no. 5, pp. 18-23. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10503

17. Misko M.A., Mitrofanov YU.I., Pozdnyakov A.I. (1991). *Primeneniye agromeliorativnykh meropriyatiy na osushennykh mineral'nykh zemlyakh Nechernozemnoy zony RSFSR (tekhnologicheskii reglament)* [Application of agro-reclamation measures on drained mineral lands of the Non-Chernozem Zone of the RSFSR (technological regulations)]. Moscow: MSKH RSFSR, 58 p.

18. Mitrofanov YU.I., Antsiferova O.N. (2020). *Grebnistyiy sposob poseva zernovykh kul'tur na osushayemykh zemlyakh* [Ridged method of sowing grain crops on drained lands]. *Agrarnaya nauka Yevro-Severo-Vostoka* [Agrarian science of the Euro-North-East], no. 3, pp. 301-312. DOI: 10.30766/2072-9081.2020.21.3.301-312

#### Информация об авторе:

**Митрофанов Юрий Иванович**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом мелиоративного земледелия, Почвенный институт им. В.В. Докучаева, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0994-6743>, 2016vniimz-noo@list.ru

#### Information about the author:

**Yury I. Mitrofanov**, candidate of agricultural sciences, leading researcher, head of the department of ameliorative agriculture, Federal Research Centre V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0994-6743>, 2016vniimz-noo@list.ru

✉ 2016vniimz-noo@list.ru



**ПротейнТек**  
Форум и экспо

+7 (495) 585-5167 | [info@proteintek.org](mailto:info@proteintek.org) | [www.proteintek.org](http://www.proteintek.org)

## Форум и выставка по производству и использованию кормовых протеинов и глубокой переработке высокобелковых культур

Форум является уникальным специализированным событием отрасли в России и СНГ и пройдет 21 сентября 2022 года в отеле Холидей Инн Лесная, Москва

### Возможности для рекламы:

Выбор одного из спонсорских пакетов Форума позволит Вам заявить о своей компании, продукции и услугах, и стать лидером быстрорастущего рынка растительных и микробных протеинов.