

## ВЛИЯНИЕ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ НА ДИНАМИКУ НАКОПЛЕНИЯ НИТРАТНОГО АЗОТА В ПОЧВЕ

**Н.М. Соколов**, доктор технических наук, **Н.М. Жолинский**, кандидат сельскохозяйственных наук, **С.Б. Стрельцов**, кандидат технических наук, **И.Н. Кorableва**

*Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока,  
410010, Саратов, ул. Тулайкова, 7  
E-mail: ariser@yandex.ru*

*Изучено влияние способов основной обработки, обеспечивающих различное размещение пожнивных остатков на поверхности паши, на содержание нитратного азота в почве. В 2018-2019 гг. в условиях Саратовской области проведены исследования в стационарном опыте НИИ сельского хозяйства Юго-Востока на склоново-ложбинном агроландшафте, представленном ландшафтной полосой на склоне южной экспозиции крутизной 1-3°. Наблюдения за динамикой нитратного азота в почве проводили при возделывании яровой мягкой пшеницы Саратовская 70. Целью исследований было выявление особенностей накопления нитратного азота в почве при плоскорезной обработке с поверхностным размещением пожнивных остатков и при обработке с локальным размещением пожнивных остатков в виде кулисы с образованием минерализованных полос между ними. Установлено, что поверхностное размещение пожнивных остатков при плоскорезном рыхлении и локальном их размещении в кулисах приводит к снижению содержания нитратного азота в пахотном слое почвы. Образованные минерализованные полосы между сформированными кулисами обеспечивали оптимальные условия для процессов нитрификации.*

## INFLUENCE OF BASIC TREATMENT ON THE DYNAMICS OF NITRATE NITROGEN ACCUMULATION IN THE SOIL

Sokolov N.M., Zholinsky N.M., Streltsov S.B., Korableva I.N.

*Agricultural Research Institute for South-East Regions,  
410010, Saratov, ul. Tulaykova, 7  
E-mail: ariser@yandex.ru*

*The results of studying the influence of the main processing methods, providing a different placement of crop residues on the surface of the arable land, on the content of nitrate nitrogen in the soil are presented. Studies were carried out in 2018-19. in the conditions of the Saratov region in the stationary experiment of the Institute of Agricultural Research of the South-East on a sloping-hollow agrolandscape represented by a landscape strip on a slope of the southern exposure with a steepness of 1-3°. Observations of the dynamics of nitrate nitrogen in the soil were carried out during the cultivation of spring soft wheat Saratovskaya 70. The purpose of the research is to identify the features of the accumulation of nitrate nitrogen in the soil by plane-cutting processing, with surface placement of crop residues and processing with local placement of crop residues in the form of wings, with the formation of mineralized bands between them. Studies have established that the surface distribution of crop residues during planar loosening and their local placement in the wings, leads to a decrease in the content of nitrate nitrogen in the arable layer of the soil. Formed mineralized bands between the formed backstage provided optimal conditions for nitrification processes.*

**Ключевые слова:** *плоскорезная обработка почвы, минерализованная полоса, нитратный азот, пожнивные остатки*

**Key words:** *planar tillage, mineralized strip, nitrate nitrogen, crop residues*

Приемы основной обработки почвы – основной фактор антропогенного воздействия на строение пахотного слоя. Они изменяют водно-физические свойства почвы, определяют направленность биологических процессов и мобилизацию питательных веществ, что отражается на продуктивности возделываемых культур.

При возделывании зерновых культур в Поволжье лимитирующим фактором служит содержание нитратного азота в почве. Результаты исследований влияния различных приемов обработки на количественное содержание и динамику изменения нитратного азота в пахотном слое очень противоречивы. По одним данным, на стерневых фонах формируются значительно меньшие запасы нитратов, чем по вспашке [1-3]. Другие ученые не отмечают различий между способами обработки или отдают предпочтение безотвальному рыхлению [4-6]. По результатам исследований, проведенных в Самарской государственной сельскохозяйственной академии, Ульяновском НИИ сельского хозяйства, НИИ сельского хозяйства Центральной Черноземной полосы, плоскорезная мелкая и нулевая обработки по сравнению со вспашкой увеличивают

дифференциацию пахотного слоя по содержанию подвижных форм азота [7-9].

На интенсивность процессов нитрификации преимущественно влияет различное в зависимости от используемого приема основной обработки распределение растительных остатков предшествующей культуры в верхнем слое почвы, которое изменяет отражающую способность поверхности поля, водный и температурный режимы. При отвальной вспашке пожнивными остатками с плодородным и биогенным верхним слоем перемещаются на дно борозды, создается гомогенный пахотный слой с благоприятным режимом тепла, влаги и аэрации. В результате на вспаханных участках интенсивнее развивается аэробная микробиологическая деятельность, больше накапливается питательных веществ для растений. Прошлогодние органические остатки, аккумулярованные в нижнем горизонте, при перемещении и попадании вверх в условиях лучшего аэробноза быстро подвергаются минерализации и повышают плодородие почвы [1].

При глубокой и мелкой плоскорезной обработке основная причина ухудшения накопления нитратного азота на черноземах весной – это наличие на поверх-

ности почвы стерни и пожнивных остатков. Светлая поверхность поля, покрытая при плоскорезной обработке на 70-80% растительными остатками, отражает в атмосферу солнечного тепла больше и медленнее прогревается, чем темная поверхность вспаханной зяби; интенсивность микробиологических процессов замедляется, а более плотное сложение и повышенная влажность уменьшают аэрацию. По данным НИИ сельского хозяйства Юго-Востока, почва на участках с поверхностно размещенными пожнивными остатками прогревалась и созревала медленнее. В ранневесенний период разница в альбедо между безотвальной обработкой и вспашкой достигала 2-5%, температуры – 4-6 °С. В период наибольшей требовательности растений яровой пшеницы в азотном питании на участках, обработанных плоскорезами, испытывается недостаток легкоусвояемого азота. Интенсивность накопления нитратов особенно снижается при холодной, дождливой и затяжной весне. Вследствие ухудшения азотного питания в ранневесенний период урожайность яровых культур по плоскорезной обработке уменьшается [10, 11].

На черноземах Поволжья ранней весной по вспашке обеспечиваются лучшие условия питания растений яровых зерновых культур, чем по плоскорезной обработке. Плоскорезная обработка накапливает влагу и лучше защищает почву от эрозии, но урожай получается меньше, чем при вспашке в связи с ухудшением азотного питания растений. Следовательно, для повышения эффективности почвозащитных обработок на черноземных почвах важно обеспечить пищевой режим почв, характерный для вспашки.

В НИИСХ Юго-Востока разработан способ гребнекулисной безотвальной обработки почвы [12], который осуществляется почвообрабатывающим орудием, оснащенным рыхлящими рабочими органами и противэрозионным приспособлением [13]. В результате выполнения такого технологического процесса стерня и растительные остатки срезаются и формируются локально в виде кулис, в результате до 80% поверхности поля освобождается от пожнивных остатков, что приближает температурный режим почвы при безотвальных обработках к отвальной вспашке [14]. Различия в температурном режиме почвы между кулис и в сформированной кулисе отражаются на микробиологической активности, которая в свою очередь будет определять интенсивность процессов нитрификации.

Поэтому целью наших исследований было выявление особенностей накопления нитратного азота в почве по плоскорезной обработке с поверхностным размещением пожнивных остатков и по гребнекулисной обработке с локальным размещением пожнивных остатков в виде кулисы и формированием минерализованных полос между ними при возделывании яровой мягкой пшеницы.

**Методика.** Исследования выполнены в стационарном опыте НИИ сельского хозяйства Юго-Востока в условиях склоново-ложбинного агроландшафта, представленного ландшафтной полосой на склоне южной экспозиции крутизной 1-3°. Тип почвы – чернозем южный тяжелосуглинистый слабо-и среднесмытый с содержанием гумуса 2,98%. Севооборот зернопаровой 4-польный: 1 – пар черный, 2 – озимая пшеница, 3 – яровая пшеница, 4 – просо. Наблюдения за динамикой нитратного азота в почве проводили при возделывании яровой мягкой пшеницы Саратовская 70. Опыт включал следующие варианты основной обработки почвы: 1 – плоскорезная обработка на 20-22 см с поверхностным размещением пожнивных остатков; 2 – гребнеку-

лисная безотвальная обработка на 20-22 см с локальным размещением пожнивных остатков в кулисах. Во втором варианте наблюдения за динамикой накопления нитратного азота проводили в минерализованных полосах между кулисами и в кулисах. Делянки в опыте размещали методом рендомизированных блоков. Площадь опытных делянок составляла 20×60=1200 м<sup>2</sup>.

В осенний период динамику количественных изменений содержания нитратного азота в почве исследуемых вариантов наблюдали в 3 срока (1 сентября, 7 октября, 19 ноября) после основной обработки на участке, где размещали озимую пшеницу Калач 60, возделываемую по чистому пару, и весной – в посев, период полных всходов и кущения яровой пшеницы. Образцы почвы для определения нитратного азота отбирали послойно, через 10 см до глубины 30 см буром Малькова в 20 точках с двух повторностей опыта. Нитратный азот определяли согласно ГОСТ 26951-86. Масса пожнивных остатков после озимой пшеницы составляла в среднем 293 г/м<sup>2</sup>.

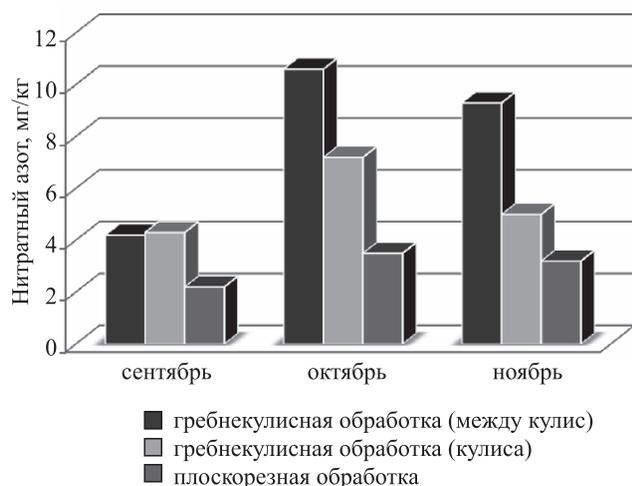
**Результаты и обсуждение.** Для создания урожая растения яровой мягкой пшеницы из элементов питания больше всего извлекают из почвы азота, меньше калия и еще меньше фосфора. Во время кущения и выхода в трубку, когда формируются дополнительные стебли, узловые корни, колосья и цветки, у яровой пшеницы резко увеличивается потребность в азотном питании.

При выполнении гребнекулисной безотвальной обработки локальное размещение пожнивных остатков в смеси с почвой в виде кулисы создает условия для компостирования почвенно-растительной массы в верхнем слое пахотного горизонта. Активизация этого процесса тем выше, чем оптимальнее условия тепла и влаги. На интенсивность разложения пожнивных остатков также влияет количество растительной массы.

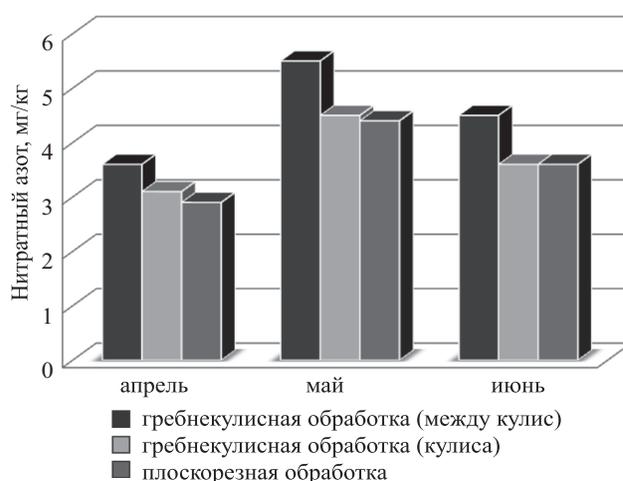
Погодные условия в осенний период наблюдений за содержанием нитратного азота характеризовались повышенным температурным режимом во второй и третьей декаде августа, на 2-3 °С выше в сентябре и на 2,4-3,8 °С в октябре от среднесезонных значений. Отмечен дефицит осадков в августе и сентябре, несмотря на осадки ливневого характера (21 августа – 22,9 мм – 283% от нормы) и обилием их в третьей декаде октября. В ноябре 1 и 2 декада характеризовались отсутствием осадков и низкой температурой. Следовательно, для активного развития микробного ценоза и процессов нитрификации погодные условия осени были благоприятными во второй половине августа, сентябре и октябре.

В результате в осенний период в межкулисных полосах и гребневых кулисах, где почва лучше прогрелась и сохранялась влага, а растительный материал размещался локально и частично был компостирован с почвой, процессы нитрификации протекали активнее. На этом фоне иммобилизация азота при разложении растительной массы была менее выраженной. Поэтому через месяц после основной обработки почвы в слое 0-30 см на межкулисных участках по гребнекулисной обработке нитратного азота накопилось 4,2 мг, в кулисе – 4,3 мг (рис. 1).

Большое количество растительной массы на поверхности поля (после озимой пшеницы по пару) в варианте с плоскорезным рыхлением обусловило разницу в содержании нитратного азота по сравнению с вариантом их локального размещения. Кроме того пожнивные остатки при поверхностном их размещении за счет более высокой отражающей способности при-



**Рис. 1.** Динамика содержания (мг/кг) нитратного азота в осенний период в зависимости от способа основной обработки почвы (слой 0-30 см).



**Рис. 2.** Динамика содержания (мг/кг) нитратного азота в весенний период в зависимости от способа основной обработки почвы (слой 0-30 см).

водили к снижению температуры почвы, что замедляло активизацию аэробных почвенных микроорганизмов – нитрификаторов. В результате уровень содержания нитратного азота по безотвальному рыхлению в слое 0-30 см оказался низким и составил 2,2 мг/кг абсолютно сухой почвы, то есть темпы нитрификации были снижены, кроме того отмечена частичная иммобилизация азота при поверхностном размещении свежих растительных остатков.

Анализ данных последующего отбора почвенных образцов и определение в них содержания нитратного азота по вариантам основной обработки показали, что при гребнекулисной обработке между кулисами накопилось наибольшее количество нитратного азота – 10,6 мг/кг. Наличие свежего органического вещества по плоскорезному рыхлению и гребнекулисной обработке в кулисах замедляло процесс нитрификации, в результате содержание нитратного азота снизилось соответственно до 3,5 и 7,2 мг/кг.

В поздне-осенний период при определении содержания нитратного азота получена аналогичная зависимость. Ввиду снижения температурного режима количество нитратного азота уменьшилось во всех изучаемых вариантах и составило по плоскорезному рыхлению – 3,2 мг/кг, безотвальной гребнекулисной обработке между кулисами – 9,3 мг/кг и в кулисах – 5,0 мг/кг.

Весной содержание нитратного азота также зависело от размещения пожнивных остатков на поверхности пашни. По гребнекулисной обработке между кулисами при отсутствии на поверхности пожнивных остатков улучшались прогревание и аэрация почвы, что способствовало более ранней активизации нитрифицирующих микроорганизмов. Пожнивные остатки, размещенные на поверхности пашни при плоскорезной обработке и в кулисах при гребнекулисной обработке, ввиду их высокой отражающей способности снижали температуру почвы. В результате перед покровным боронованием содержание нитратного азота в пахотном слое по гребнекулисной обработке между кулисами было наибольшим – 3,6 мг/кг, по плоскорезному рыхлению и в кулисах по гребнекулисной обработке снижалось соответственно до 2,9 и 3,1 мг/кг (рис. 2).

В кущение яровой пшеницы содержание нитратного азота повышалось до максимальных значений с со-

хранением такой же зависимости по изучаемым вариантам. По гребнекулисной обработке между кулисами количество нитратного азота составило 5,5 мг/кг. При плоскорезном рыхлении и гребнекулисной обработке в кулисах в результате иммобилизации подвижного азота на разложение свежего органического вещества целлюлозоразрушающими микроорганизмами его содержание снижалось соответственно до 4,4 и 4,5 мг/кг. К началу колошения культуры в июне количество нитратного азота уменьшалось до 3,6-4,5 мг/кг с сохранением наблюдаемой зависимости по способам основной обработки почвы.

Результаты исследований по изучению влияния плоскорезной обработки почвы на динамику нитратного азота, выполненные в отделе земледелия НИИСХ Юго-Востока [15], согласуются с данными, полученными в нашем опыте. Для устранения отрицательного действия пожнивных остатков на процессы нитрификации мы предлагаем применять дисковое лущение перед безотвальной обработкой почвы и дополнительно вносить азотные удобрения.

Различное размещение пожнивных остатков при основной обработке почвы определяет направленность биологических процессов и условия минерализации нитратного азота. Исследования показали, что осенью максимальное содержание нитратного азота в пахотном слое накапливается при безотвальной гребнекулисной обработке и отсутствии пожнивных остатков между кулисами – 10,6 мг/кг. В зоне кулис, состоящих из смеси пожнивных остатков и почвы, при безотвальной обработке количество нитратов составило 7,2 и 3,5 мг/кг. Весной в период кущения яровой пшеницы эти показатели были соответственно равны – 5,5; 4,5 и 4,4 мг/кг. Поэтому если после уборки предшествующей культуры рано провести основную обработку, то появляется возможность использовать погодные условия осеннего периода (теплая, умеренно влажная осень) в разложении негумифицированных растительных остатков (по типу полупара) и переводе органического азота в минеральный. Для увеличения количества нитратного азота в пахотном слое к посеву полевых культур необходимо после уборки предшественника при выполнении безотвальной гребнекулисной обработки вносить в кулисы азотные удобрения и биопрепараты, ускоряющие процесс разложения пожнивных остатков.

**Литература**

1. Шабает А.И. Адаптивно-экологические системы земледелия в агроландшафтах Поволжья: Монография. – Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2003. – 320 с.
2. Денисов Е.П., Солодовников А.П., Биктеев Р.К. Эффективность энергосберегающих обработок почвы при возделывании яровой пшеницы // *Нива Поволжья*. – 2011. – N 3 (20). – С. 21-25.
3. Турусов В.И., Гармашов В.М. Минимизация основной обработки почвы в почвенно-климатических условиях Центрально-Черноземного региона // *Сельскохозяйственный журнал*. – 2019. – N 3 (12). – С. 37-46.
4. Каличкин В.К., Ким С.А. Безотвальная и комбинированная обработка в Западной Сибири // *Земледелие*. – 1996. – N 6. – С. 14-15.
5. Горянин О.И., Корчагин В.А. Влияние систем обработки почвы и технологий посева на эффективность возделывания зерновых культур в Среднем Заволжье // *Новости науки в АПК*. – 2018. – N 1 (10). – С. 38-41.
6. Кузина Е.В., Немцев С.Н. Итоги изучения различных систем обработки почвы в зернопаровом севообороте на черноземах Среднего Поволжья // *Сельскохозяйственный журнал*. – 2019. – N 5 (12). – С. 65-71.
7. Гребенников А.М., Исаев В.А., Гармашов В.М., Червердин Ю.И., Беспалов В.А. Влияние способов основной обработки почвы на агрохимические свойства миграционно-мицелярного агрочернозема Средне-Русской степной провинции // *Агрохимия*. – 2018. – N 7. – С. 22-27.
8. Казаков Г.И. Обработка почвы в Среднем Поволжье / *Проблемы повышения продуктивности полевых культур: сб. научных трудов*. – Кинель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 1998. – С. 64-65.
9. Кузина Е.В. Особенности накопления элементов питания в почве при различных способах обработки // *Научная жизнь*. – 2017. – N 9. – С. 29-36.
10. Медведев И.Ф., Жолинский Н.М., Губарев Д.И., Корблева И.Н., Бузуева А.С. Методологические основы создания почвозащитных агротехнологий с использованием гребнекульной обработки почвы // *Аграрный научный журнал*. – 2017. – N 11. – С. 19-24.
11. Азизов З.М. Влияние приемов основной обработки почвы и последствий азотных удобрений на урожайность яровой пшеницы в севообороте по мере удаления от лесополосы // *Аграрный научный журнал*. – 2018. – N 10. – С. 3-7.
12. Патент РФ № 2564849, МПК А01В 79/02. Способ обработки почвы в паровом поле / Соколов Н.М., Шабает А.И., Стрельцов С.Б., Худяков В.В.; заявл. 18.03.14; опубл. 10.10.15, Бюл. № 28.
13. Патент РФ № 2612211, МПК А01В 13/16. Орудие для противозероизионной обработки почвы / Соколов Н.М., Стрельцов С.Б., Худяков В.В., Шабает А.И., Соколов В.Н. Заявлено 01.12.2015; Опубликовано 03.03.2017 Бюл. № 7.
14. Соколов Н.М., Стрельцов С.Б., Худяков В.В. Обработка почвы в паровом поле // «Успехи современного естествознания». – 2017. – N 11. – С. 49-54.
15. Азизов З.М., Фирсов А.И. Изменение содержания нитратного азота чернозема южного при обработке почвы на фоне внесения удобрений // *Вестник Саратовского госагроуниверситета*. – 2010. – N 10. – С. 3-7.

**Поступила в редакцию 06.07.20  
Принята к публикации 20.07.20**