

DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-2-846

УДК 631.452; 631.874.2/3



Научная статья

СОДЕРЖАНИЕ И ДИНАМИКА ПОСТУПЛЕНИЯ В ПОЧВУ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКАХ И ЗЕРНЕ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

Е.В. Семинченко

Обоснование. В условиях Нижнего Поволжья на светло-каштановых почвах разработаны и изучены новые приемы биологизации сохранения плодородия, основанные на замещении чистого пара, занятым сидеральным паром с мало изученными культурами на зеленое удобрение – донник двулетний желтый, овес и фацелия; в структуру посевных площадей включаются культуры различных биологических групп, в том числе зерновые, зернобобовые, масличные, пропашные и многолетние бобовые травы; помимо сидератов применяются органические удобрения в виде соломы и пожнивно-корневых остатков возделываемых сельскохозяйственных культур.

Цель работы. Изучить баланс основных элементов питания зерновых культур (озимая пшеница, нут, яровой ячмень) в полевых севооборотах.

Материалы и методы. Изучали зерновые культуры (озимую пшеницу, нут, яровой ячмень) в севооборотах на богаре. Для исследований была применена статистическая обработка результатов исследований в пакетах программ Excel и Statistica. На основе эмпирических данных по высоте, биомассе, ассимилирующей поверхности выявить закономерности изменения динамики зерновых культур за вегетационный период.

Результаты. За трехлетний период была проанализирована динамика поступления пожнивно-корневых остатков на содержание элементов питания в зерновых культурах. В работе представлено содержание азота в озимой пшенице, нуту и яровом ячмене, но исследования велись по всем элементам питания.

Заключение. Анализ данных за 3-х летний период зерновых культур, обработанный с помощью программы Excel и Statistica показал, что в независимости от севооборота высокое содержание элементов питания свойственно на

период всходов, затем постепенно снижается из-за расхода их растениями. С помощью программ можно рассчитать необходимое количество удобрений для заданного урожая.

Ключевые слова: *биологизированные севообороты; зерновые культуры; урожайность; регрессия; элементы питания*

Для цитирования: *Семенченко Е.В. Содержание и динамика поступления в почву основных элементов питания в растительных остатках и зерне полевых культур // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2024. Т. 16, №2. С. 253-270. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-2-846*

Original article

THE CONTENT AND DYNAMICS OF THE ENTRY INTO THE SOIL OF THE MAIN NUTRIENTS IN PLANT RESIDUES AND GRAINS OF FIELD CROPS

E.V. Semenchenko

Background. *For the first time in the abiotic conditions of the Lower Volga region on light chestnut soils, new methods of biologization of soil fertility preservation and specialized field crop rotations based on the replacement of pure steam with sideral steam with poorly studied crops for green fertilizer – biennial yellow clover, oats and phacelia were developed and studied; cultures of various biological groups are included in the structure of sown areas, including cereals, legumes, oilseeds, tilled and perennial legumes; in addition to siderates, organic fertilizers are used in the form of straw and crop – root residues of cultivated crops.*

Purpose of the work *is to study the balance of the main nutrition elements of grain crops (winter wheat, chickpeas, spring barley) in field crop rotations.*

Materials and methods. *Grain crops (winter wheat, chickpeas, spring barley) were studied in crop rotations on Bogar. Statistical processing of research results in Excel and Statistica software packages was used for research. Based on empirical data on height, biomass, assimilating surface, to identify patterns of changes in the dynamics of grain crops during the growing season.*

Results. *Over a three-year period, the dynamics of the receipt of crop-root residues for the content of nutrition elements in grain crops was analyzed. The paper*

presents the nitrogen content in winter wheat, net and spring barley, but studies were conducted on all elements of nutrition.

Conclusion. Thus, the analysis of data for a 3-year period of grain crops processed using the Excel program and the Statistica program showed that, regardless of crop rotation, a high content of nutrients is characteristic for the period of germination, then gradually decreases due to their consumption by plants. With the help of programs, you can calculate the required amount of fertilizers for a given crop.

Keywords: biologized crop rotations; grain crops; yield; regression; nutrition elements

For citation. Semenchenko E.V. Retention and Dynamics for Use as the Main Components of Nutrition in Plant Extracts and Grains of Polynych Kulturs. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2024, vol. 16, no. 2, pp. 253-270. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-2-846

Использование соломы изучали многие ученые, подчеркивая ее роль в повышении урожайности зерна и сохранении плодородия почвы [3, 9, 10, 12, 13-15].

В. Г. Кутилкин [8] утверждал, что внесение соломы в почву в звене севооборота с чистым паром способствует увеличению ее влажности весной, в тоже время влажность не зависела от удобрения соломой – в звеньях с занятым и сидеральным парами. Использование соломы на удобрения увеличивает поступление органического вещества в почву в звеньях севооборота с чистым и занятым парами в 1,7, в звене с сидеральным паром – 1,2 раза по сравнению с контролем.

По данным В. М. Жидкова и А. В. Зеленева [5, 6, 7] при оставлении на поле соломы озимой ржи в почву дополнительно поступало в среднем от 2,45 до 4,0 т/га органического вещества, достаточного для компенсации 0,25-0,42 т/га потерянного гумуса.

Исследования, проводимые учеными Н. С. Матюком, В. Д. Полиным и С. С. Зверевым [9] выявили, что при неглубокой (0,10 м) или поверхностной заделке пожнивного сидерата или соломы происходит смещение соотношения микробиологических процессов иммобилизации и мобилизации в направлении преобладания первого, что позволяет его закреплять в почве органически и использовать последующие культуры. При весеннем снеготаянии вымывание азота из пахотного слоя уменьшается в связи с временным его биологическим закреплением, что непосредственно влияет на содержания его легкодоступных форм.

А. В. Дедов, М. А. Несмеянова и Н. Н. Хрюкин [2] отмечают, что за счет оставленной на полях нетоварной части урожая и в первую очередь измельченной соломы озимых культур, пополнились запасы органического вещества почвы. При этом заплата соломы в почву не гарантирует положительного баланса гумуса.

А. Е. Яшин [12] утверждает, что, внесенные в почву сидераты и солома в совокупности с азотной подкормкой $N_{10}/т$ и биопрепарата Байкал ЭМ-1 как на минеральном фоне, так и отдельно способствовали умножению содержания в ней доступных форм основных элементов минерального питания. Итак, в пахотном слое за ротацию в среднем под посевами озимой пшеницы минерального азота содержалось 17 мг/кг, обменного калия 184 мг/кг и подвижного фосфора 173 мг/кг.

Материалы и методы

Полевые и лабораторные исследования проводились на полях лаборатории селекции, семеноводства и питомниководства ФНЦ агроэкологии РАН, расположенной в правобережной зоне Городищенского района Волгоградской области в 2018-2020 гг. Почвы: каштановые, суглинистые, с глубоким залеганием грунтовых вод, содержание гумуса 1,8-2,2 %. В севооборотах применяли общепринятую технологию возделывания полевых культур. Общий азот в растительных остатках определялся методом Кьельдаля, а именно мокрого озоления, фосфор – колориметрическим методом, калий – на пламенном фотометре. Пробы отбирались в зерне, стерне и соломе, корневой системе возделываемых зерновых культур, а также в надземной массе и корнях сидеральных культур. Дисперсионный анализ урожайности озимой пшеницы, нута и ярового ячменя проводился методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову, а также корреляционный анализ данных полевого опыта на персональном компьютере с использованием пакетов прикладных программ.

Результаты и методы

На содержание минеральных элементов в растительных остатках и зерне сельскохозяйственных культур влияет множество факторов: их возраст, приемы возделывания, почвенно-климатические условия и виды культуры. Так, например, содержание азота в зерновых культурах находится на уровне 2-3 %, а в бобовых 4-5 %. Наиболее высокое количество азота наблюдалось в молодых растениях, особенно в первой половине вегетации при формировании надземной части, синтезирующей органические вещества,

белок и ростовые органы. При этом по мере отрастания и старения вещество азота перемещается в более молодые части растения.

Аналогично распределению азотистых соединений в частях растения происходит и формирование фосфора, в молодых формирующихся отростках фосфора содержится в три раза больше, чем в вегетирующих частях. Содержание фосфора в зерне и соломе озимой ржи содержится, соответственно 0,85 и 0,26 %, в кукурузе – 0,57 и 0,3 %, ячмене – 0,85 и 0,2 %, горохе – 1 и 0,35 %.

Потребление калия так же изменяется в зависимости от типа культуры. Например, зернобобовые культуры и кукуруза используют большее количество калия, чем зерновые, но при этом в отличие от фосфора и азота, калия больше накапливается в вегетативной части растения. К примеру, в стебле кукурузы содержится в пять раз больше калия, чем в ее зерне, а солома озимой ржи и ячменя обеспечивает двойную дозу калия, в сравнении с их зерном. Таким образом, если сравнивать валовый урожай и солому, то обеспечивает большее количество калия в почву, чем зерно. Содержание калия в зерне и соломе полевых культур составляет: у озимой ржи 0,6 и 1,0 %, кукурузы – 0,37 и 1,64 %, ячменя – 0,55 и 1,0 %, гороха – 1,25 и 0,5 %.

На рисунках 1-3 представлены результаты анализа содержания элементов минерального питания в растительных остатках и зерне сельскохозяйственных культур.

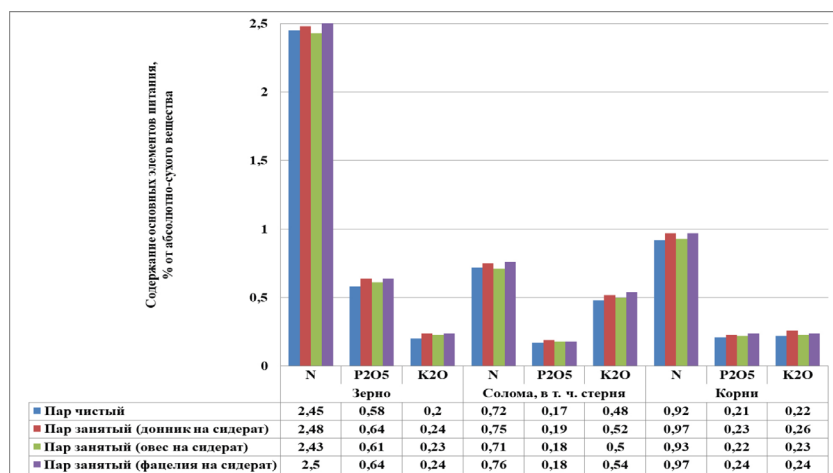


Рис. 1. Содержание основных элементов питания в зерне и растительных остатках озимой пшеницы, % от абсолютно – сухого вещества (среднее за 2018-2020 гг.)

Из данных рисунка 1 видно, что самое высокое содержание азота отмечалось в зерне озимой пшеницы и колебалось от 2,48 % при размещении этой культуры в пятипольном севообороте по занятому донником на сидерат пару до 2,5 % в варианте возделывания озимой пшеницы в семипольном севообороте по занятому фацелией на сидерат пару. Значительно меньше содержится азота в корневой системе и соломе со стерней озимой пшеницы, соответственно, 0,92-0,97 % и 0,71-0,76 % от абсолютно – сухого вещества.

Наибольшее количество фосфора также обеспечивалось в зерне озимой пшеницы – 0,58-0,64 %, менее в корнях – 0,21-0,24 % и наименьшее в соломе со стерней – 0,17-0,19 % от абсолютно – сухого вещества.

Несколько иная ситуация складывалась с содержанием калия. Самое высокое значение наблюдалось в соломе со стерней озимой пшеницы – 0,48-0,54 %, меньшее – в корневой системе – 0,22-0,26 % и самое малое количество – в зерне озимой пшеницы – 0,20-0,24 % от абсолютно – сухого вещества.

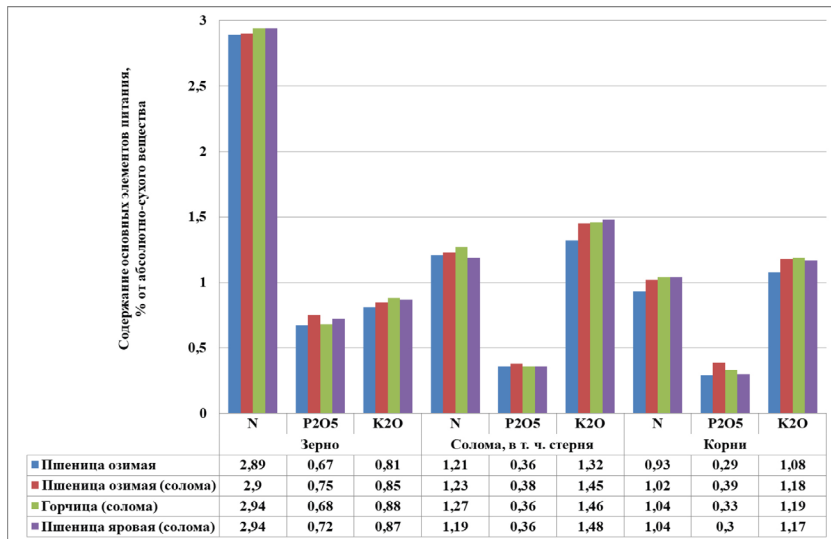


Рис. 2. Содержание основных элементов питания в зерне и растительных остатках нута, % от абсолютно – сухого вещества (среднее за 2018-2020 гг.)

Анализ рисунка 2 показал, что в зерне нута содержалось больше азота, чем в зерне озимой пшеницы – 2,89-2,94 %. В соломе этой культуры,

наоборот, содержание азота выше, чем в соломе озимой пшеницы и составляло 1,19-1,27 %. А вот в корнях содержание этого элемента питания приблизительно одинаковое с озимой пшеницей – 0,93-1,04 % от абсолютно – сухого вещества.

Содержание фосфора в зерне нута было немного выше, чем у озимой пшеницы – 0,67-0,75 %, в соломе выше и составляло 0,36-0,38 %, в корнях нута содержание фосфора равнялось 0,29-0,39 % от абсолютно – сухого вещества.

Самое высокое содержание калия обеспечивалось в соломе и стерне нута – 1,32-1,48 %, ниже отмечается в корневой системе – 1,08-1,19 % и в зерне – 0,81-0,88 % от абсолютно – сухого вещества.

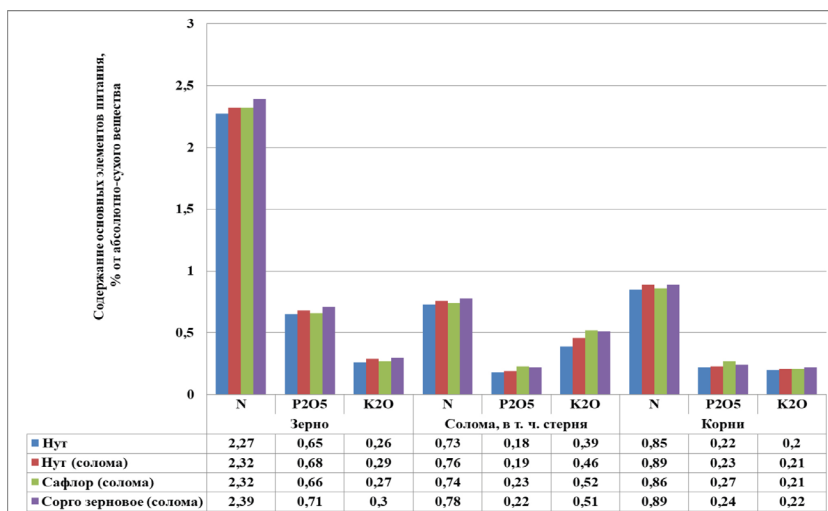


Рис. 3. Содержание основных элементов питания в зерне и растительных остатках ярового ячменя, % от абсолютно – сухого вещества (среднее за 2018-2020 гг.)

Анализируя данные рисунка 3, можно констатировать, что самое высокое содержание азота обеспечивалось в зерне ячменя – 2,27-3,39 %, что было ниже, чем в зерне озимой пшеницы и нута. Почти одинаковые значения отмечались по содержанию азота в соломе со стерней и корнях этой культуры, соответственно 0,73-0,78 % и 0,85-0,89 % от абсолютно – сухого вещества.

Самое низкое содержание фосфора из всех культур отмечалось в соломе со стерней ярового ячменя – 0,18-0,23 %. В корневой системе несколько выше – 0,22-0,27 % и самое высокое в зерне этой культуры – 0,65-0,71 %.

Самое высокое содержание калия отмечалось в соломе со стерней ярового ячменя – 0,39-0,52 %, в зерне – 0,26-0,30 % и в корнях – 0,20-0,22 % от абсолютно – сухого вещества.

Воспроизводство почвенного плодородия, положительный или бездефицитный баланс питательных веществ в почве обеспечивается при использовании органических удобрений: навоза, сидератов, соломы, листостебельной массы и пожнивно – корневых остатков культур. При средней урожайности зерновых культур – 2,0-3,0 т/га в почву с соломой возвращается 10-15 кг азота, 5-8 – фосфора, 18-24 кг калия.

При уборке выращиваемых культур на поле остается не одинаковое количество растительных остатков, которые в дальнейшем запахиваются в почву, а значит и процент содержания в них элементов минерального питания различен, что в свою очередь создает неоднородность поступления в почву питательных веществ (рис. 4, 5, 6).

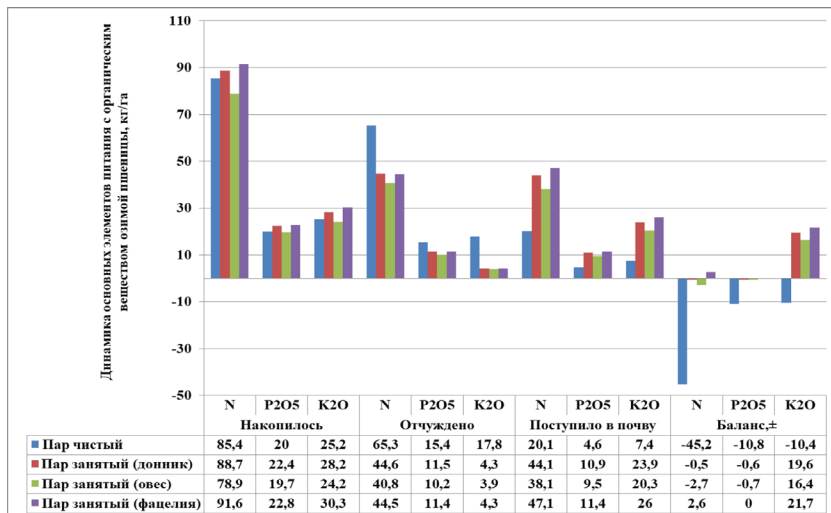


Рис. 4. Динамика основных элементов питания с органическим веществом озимой пшеницы в зависимости от предшественников и способов биологизации, кг/га (среднее за 2018-2020 гг.)

Из данных рисунка 4 видно, что больше всего поступало азота в почву с органическим веществом озимой пшеницы при возделывании в семипольном севообороте по занятому фацелией на сидерат пару – 47,1 кг/га, что выше контроля, где в почву поступали только пожнивно-корневые

остатки озимой пшеницы на 27,0 кг/га. В вариантах, где озимая пшеница возделывалась по занятым донником и овсом на сидерат парам, этот показатель, соответственно равнялся 44,1 и 38,1 кг/га, что выше контроля на 24,0 и 18,0 кг/га. Аналогичная ситуация наблюдается и с поступлением в почву фосфора и калия.

Баланс азот и фосфора, поступающих в почву с органическим веществом озимой пшеницы, был отрицательный как в контрольном варианте, соответственно $-45,2$ и $-10,8$ кг/га, так и по занятым донником и овсом на сидерат парам, соответственно $-0,5$; $-0,6$ кг/га и $-2,7$; $-0,7$ кг/га. Баланс фосфора при возделывании озимой пшеницы по занятому фацелией на сидерат пару был бездефицитный, а азота – положительный и равнялся $+2,6$ кг/га. Поэтому при заделке в почву соломы озимой пшеницы необходимо вносить недостающее количество азота в виде аммиачной селитры, а именно от 0,5 до 2,7 кг/га д. в. Недостающее количество фосфора рекомендуется вносить при посеве в рядки последующей культуры после озимой пшеницы в виде суперфосфата нормой от 0,6 до 0,7 кг/га д. в. И только по калию баланс был положительный, составлял $+16,4$ - $21,7$ кг/га, поэтому в солому озимой пшеницы этот элемент питания вносить не нужно. В контроле, где озимая пшеница возделывалась по чистому пару, баланс по калию был отрицательный – 10,4 кг/га.

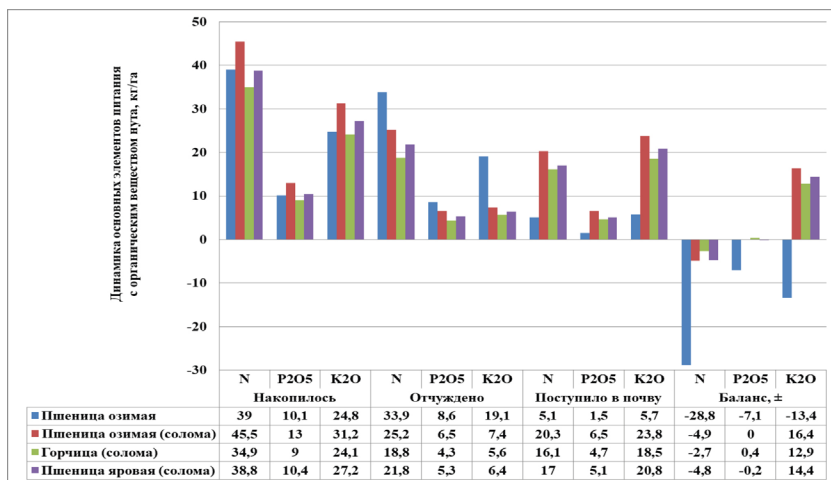


Рис. 5. Динамика основных элементов питания с органическим веществом нута в зависимости от предшественников и способов биологизации, кг/га (среднее за 2018-2020 гг.)

Рисунок 5 показывает, что в пятипольном севообороте по озимой пшенице азота поступало в почву с органическим веществом нута – 20,3 кг/га, что было выше контроля на 15,2 кг/га по этой же культуре. Также в этом варианте в почву поступало фосфора и калия, соответственно 6,5 и 23,8 кг/га, что было выше контроля на 5,0 и 18,1 кг/га. При возделывании нута по яровой пшенице, возвращалось, соответственно азота – 17,0 кг/га, фосфора – 5,1 кг/га и калия – 20,8 кг/га. По предшественнику горчица, поступало азота выше контроля на 11,0 кг/га, фосфора – 3,2 кг/га и калия – 12,8 кг/га.

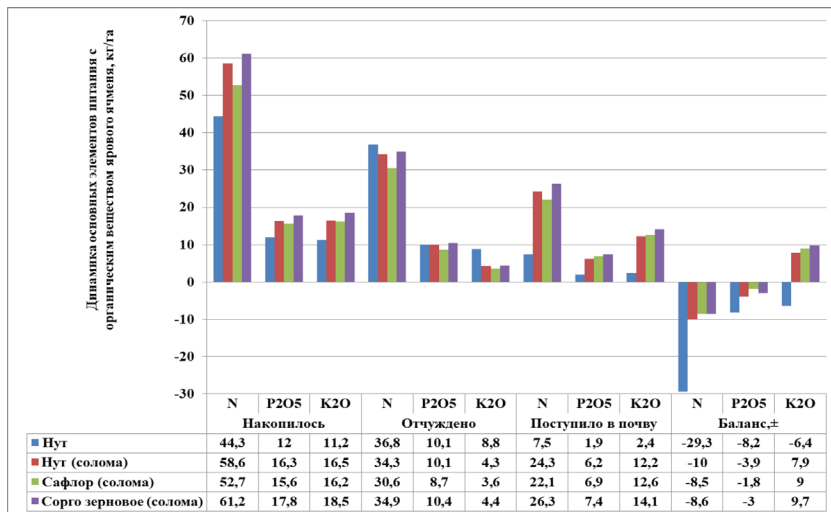


Рис. 6. Динамика основных элементов питания с органическим веществом ярового ячменя в зависимости от предшественников и способов биологизации, кг/га (среднее за 2018-2020 гг.)

Баланс азота во всех вариантах возделывания нута был отрицательный: по озимой и яровой пшенице, горчице, солома которых запахивалась в почву, он, соответственно, составлял – 4,9; – 4,8 и – 2,7 кг/га. В контроле, где нут возделывался по озимой пшенице, баланс азота равнялся – 28,8 кг/га. Баланс фосфора был положительным только при возделывании нута в семипольном севообороте по горчице – +0,4 кг/га. При выращивании нута в пятипольном севообороте по озимой пшенице, баланс этого элемента был бездефицитным. При размещении в семипольном севообороте нута на поле, при обработке которого в почву запахивалась солома, оставшаяся от яровой пшеницы, баланс содержания фосфора был отрицательный и составил

-0,2 кг/га, аналогичная ситуация наблюдалась и в контроле по озимой пшенице (-7,1 кг/га). В других вариантах культивирования нута баланс калия был положительный и, соответственно, равнялся +12,9; +14,4 и +16,4 кг/га.

Как видно из данных, приведенных на рисунке 6, растительная масса ярового ячменя обеспечивала наименьшее поступление в почву элементов минерального питания азота, фосфора и калия, чем с органическим веществом озимой пшеницы. При возделывании ячменя по предшественникам сафлор, нут и сорго, с органическим веществом в почву поступало азота, фосфора и калия, соответственно - 22,1; 24,3 и 26,3 кг/га; 6,9; 6,2 и 7,4 кг/га; 12,6; 12,2 и 14,1 кг/га. В контрольном варианте, где яровой ячмень возделывали по нуту, с органическим веществом этой культуры в почву поступало низкое количество элементов питания: азота - 7,5 кг/га, фосфора - 1,9 кг/га и калия - 2,4 кг/га.

Баланс по азоту и фосфору во всех вариантах опыта был отрицательный, по калию он отрицательный только в контроле, в остальных вариантах положительный. Наименьший отрицательный баланс по азоту обеспечивался при возделывании ярового ячменя в севопольных севооборотах по сафлору и сорго, соответственно -8,5 и -8,6 кг/га, наибольший в контроле, где ячмень выращивался в четырехпольном севообороте по нуту -29,3 кг/га. Самый высокий отрицательный баланс по фосфору обеспечивался также в контроле -8,2 кг/га, самый низкий в варианте, где эта культура возделывалась по сафлору, -1,8 кг/га. Баланс калия по предшественникам нут, сафлор и сорго, солома которых запахивалась в почву был положительный и, соответственно, составлял +7,9, +9,0 и +9,7 кг/га. При возделывании ярового ячменя в контрольном варианте по нуту, баланс калия был отрицательный и составлял -6,4 кг/га.

Для определения зависимости урожайности сельскохозяйственных культур (озимая пшеница, нут, яровой ячмень) от основных элементов питания (азот, фосфор, калий), поступающих с их органическим веществом, был проведен корреляционный и регрессионный анализы (рис. 7, 8, 9).

Анализ рисунка 7 показал, что урожайность озимой пшеницы в 2018 году находилась в сильной зависимости от азота и калия, поступающего в почву с органическим веществом культуры ($r^2 = 0,79$; $0,95$) и средней степени зависимости от фосфора ($r^2 = 0,67$). В 2019 году зависимость урожайности озимой пшеницы от элементов питания, поступающих в почву с органическим веществом культуры, отсутствовала. В 2020 году наблюдалась прямая линейная корреляционная зависимость средней степени по азоту, фосфору и калию, соответственно ($r^2 = 0,43$; $0,46$ и $0,38$).

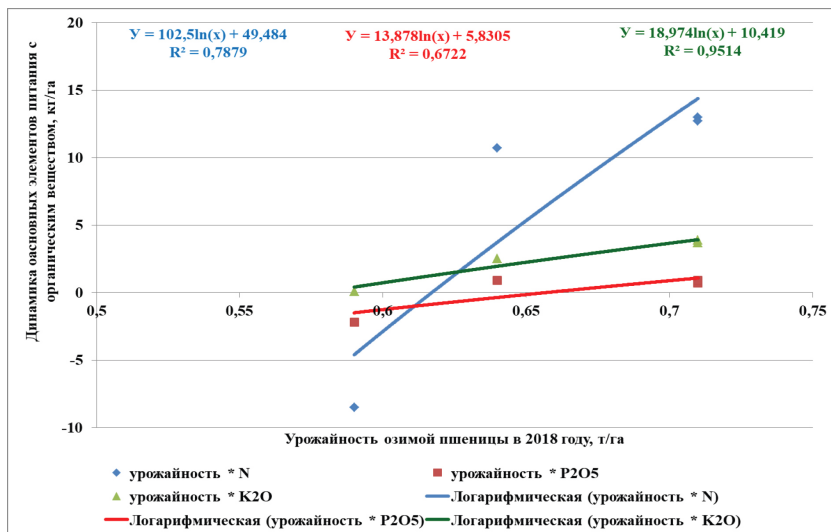


Рис. 7. Зависимость урожайности озимой пшеницы от поступающих в почву с органическим веществом этой культуры основных элементов питания в 2018 году, кг/га

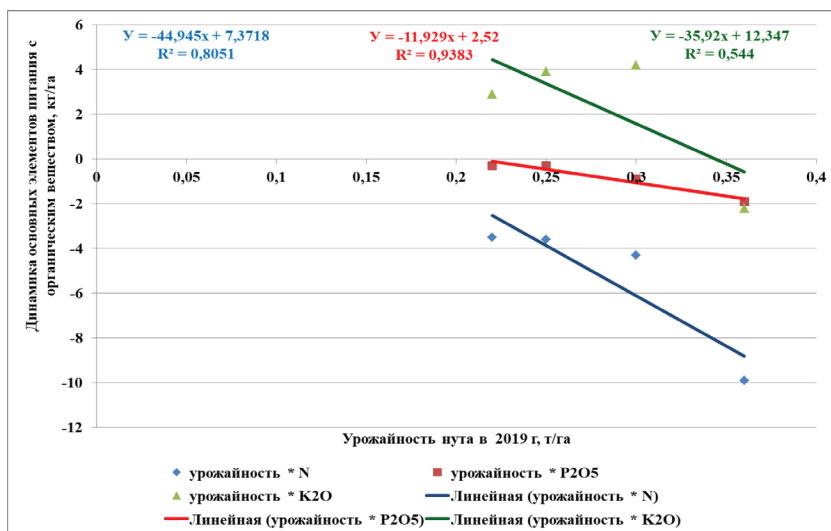


Рис. 8. Зависимость урожайности рута от поступающих в почву с органическим веществом этой культуры основных элементов питания в 2019 году, кг/га

Анализ рисунка 8 показал, что количество поступающих в почву с органическим веществом нута азота, фосфора и калия и урожайность культуры в 2018 году находились в средней степени зависимости ($r^2 = 0,56; 0,63; 0,69$) соответственно. В 2019 году между поступлением в почву азота, фосфора и урожайностью нута наблюдалась сильная зависимость ($r^2 = 0,81; 0,94$) и средняя – между урожайностью и поступлением в почву калия ($r^2 = 0,54$). В 2020 году корреляционная зависимость отсутствовала.

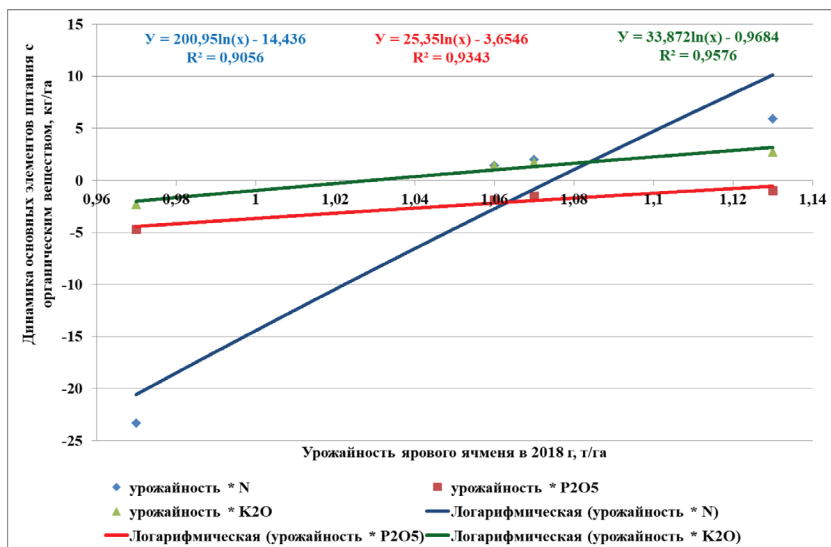


Рис. 9. Зависимость урожайности ярового ячменя от поступающих в почву с органическим веществом этой культуры основных элементов питания в 2018 году, кг/га

Анализ рисунка 9 показал, что между урожайностью ярового ячменя и основными элементами питания (азот, фосфор, калий), поступающими в почву с растительными остатками этой культуры в 2018 и 2019 годах наблюдалась прямая логарифмическая корреляционная зависимость сильной степени по всем элементам питания и колебалась от $r^2 = 0,80$ до $r^2 = 0,96$. В 2020 году наблюдалась сильная степень зависимости между урожайностью ярового ячменя и поступающим с органическим веществом азота и калия ($r^2 = 0,71$ и $0,72$) и средняя степень между урожайностью этой культуры и поступающим в почву с органическим веществом фосфором ($r^2 = 0,46$).

Заключение

В обстоятельствах светло-каштановых почв Нижнего Поволжья возврат в основу нетоварной доли урожая зерновых, а также зернобобовых остатков является способом, что увеличивает урожайность семян в биологизированных севооборотах, содействует повышению резервов резуль- тативной влажности в основе, а также, бережливому ее расходованию, значительному поступлению базисного элемента а также компонентов кормления в основу.

Информация о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсут- ствии конфликтов интересов.

Информация о спонсорстве. Исследования выполнены в рамках го- сударственного задания НИР ФНЦ агроэкологии РАН № 122020100448-6 «Создание новых конкурентноспособных форм, сортов и гибридов куль- турных, древесных и кустарниковых растений с высокими показателями продуктивности, качества и повышенной устойчивостью к неблагопри- ятным факторам внешней среды, новые инновационные технологии в семеноводстве и питомниководстве с учетом сортовых особенностей и почвенно-климатических условий аридных территорий Российской Фе- дерации».

Список литературы

1. Воспроизводство плодородия чернозема обыкновенного карбонатного при внесении соломы и гуминовых препаратов / О.И. Наими, О.С. Безуглова, Е.А. Полиенко, О.Ю. Куцерубова // Достижения науки и техники АПК. 2018. № 8. С. 11-16.
2. Дедов А.В., Несмеянова М.А., Хрюкин Н.Н. Приемы биологизации и вос- производство плодородия черноземов // Земледелие. 2012. № 6. С. 4-7.
3. Дзюин А.Г. Влияние соломы в севообороте на численность микроорга- низмов и биологическую активность почвы // Аграрная наука Евро-Северо- Востока. 2018. № 1 (62). С. 58-64.
4. Дзюин А.Г., Дзюин Г.П. Последействие сидератов и соломы в севообороте // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. № 6 (49). С. 38-42.
5. Дудкина Т.А. Биологическая активность почвы и урожайность озимой пшеницы в различных севооборотах // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве. Материалы IX Международной научно-прак- тической конференции. Под общей редакцией И.А. Устюжанина. Киров, 2023. С. 251-254.

6. Жидков В.М., Зеленев А.В. Биологизированные приемы повышения урожайности зерновых культур в Волгоградской области: монография. Волгоград: ФГОУ ВПО Волгоградская ГСХА, 2011. 188 с.
7. Егоров Н.М., Зеленев А.В., Беленков А.И. Эффективность основной обработки почвы и сортов при выращивании озимой пшеницы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2023. №2(220). С. 50-57.
8. Зеленев А.В., Семинченко Е.В. Поступление в почву элементов питания в севооборотах на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья // Вестник Прикаспия. 2019. №1(24). С. 19-24.
9. Зеленев А.В., Семинченко Е.В. Динамика основных элементов питания почвы при посевах зерновых культур Нижнего Поволжья // Эволюция и деградация почвенного покрова. Сборник научных статей по материалам V Международной научной конференции. 2017. С. 100-102.
10. Кутилкин В.Г. Солома и сидераты как удобрение и совершенствование обработки почвы при их использовании в зернопаровых звеньях севооборота лесостепи Заволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01. Кинель, 1996. 21 с.
11. Малахов Н.В. Эффективность разноглубинной заделки пожнивного сидерата и соломы в повышении плодородия почвы и продуктивности севооборота в условиях ЦРНЗ: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01. Москва, 2019. 23 с.
12. Наими О.И. Особенности использования соломы в качестве органического удобрения // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. № 9-1. С. 10-13.
13. Постников П. А., Попова В.В. Продуктивность сельскохозяйственных культур в полевых севооборотах // Аграрный вестник Верхневолжья. 2018. № 2. С. 5–11.
14. Тиранова Л.В. Влияние азотофита и фосфатовита на продуктивность и плодородие дерново-подзолистой почвы в сидеральном севообороте // Плодородие. 2023. №1(130). С. 41-45.
15. Яшин А.Е. Продуктивность озимой пшеницы при применении соломы, сидерата и биологического препарата на черноземе типичном лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04. Ульяновск, 2019. 22 с.
16. Ghaffar S.H., Fan M. Structural analysis for lignin characteristics in biomass straw // Biomass and Bioenergy. 2013. Vol. 57. P. 264-279.
17. Long-term Effects of Tillage and Corn Stalk Return on Soil Carbon Dynamics / B.A. Hooker, T.F. Morris, R. Peters, Z.G. Cardon // Soil Science Society of America Journal. 2005. Vol. 69. P. 188-196.

18. Peltre C., Nielsen M., Bruun S. Straw export in continuous winter wheat and the ability of oil radish catch crops and early sowing of wheat to offset soil c and n losses: a simulation study // *Agricultural Systems*. 2016. Vol. 143. P. 195-202.
19. Schimel J.P., Schimel J. Bennett Nitrogen mineralization: Challenges of a changing paradigm // *Ecology*. 2004. Vol. 85. P. 591-602.
20. Seminchenko E. Crop rotations with perennial herbs and bean cultures in the conditions of the lower Volga region // *Research on Crops*. 2021. Vol. 22(4). P. 792-797.

References

1. Reproduction of fertility of ordinary carbonate chernozem under the application of straw and humic preparations / O.I. Naimi, O.S. Bezuglova, E.A. Polienko, O.Y. Kutserubova. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of agroindustrial complex], 2018, no. 8, pp. 11-16.
2. Dedov A.V., Nesmeyanova M.A., Khryukin N.N. Biologization techniques and reproduction of fertility of chernozems. *Zemledeliye*, 2012, no. 6, pp. 4-7.
3. Dzyuin A.G. Influence of straw in crop rotation on the number of microorganisms and biological activity of soil. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2018, no. 1 (62), pp. 58-64.
4. Dzyuin A.G., Dzyuin G.P. After-effects of siderates and straw in crop rotation. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2015, no. 6 (49), pp. 38-42.
5. Dudkina T.A. Biological activity of soil and yield of winter wheat in different crop rotations. *Methods and technologies in plant breeding and crop production. Materials of the IX International Scientific and Practical Conference*. Ed. I.A. Ustyuzhanin. Kirov, 2023, pp. 251-254.
6. Zhidkov V.M., Zelenev A.V. *Biologized methods of increasing the yield of grain crops in the Volgograd region*. Volgograd: Volgograd State Agricultural Academy, 2011, 188 p.
7. Egorov N.M., Zelenev A.V., Belenkov A.I. Efficiency of basic tillage and varieties in growing winter wheat. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2023, no. 2(220), pp. 50-57.
8. Zelenev, A.V.; Seminchenko, E.V. Intake of nutrient elements into the soil in crop rotations on light-chestnut soils of the Lower Volga region. *Vestnik Prikaspiya*, 2019, no. 1(24), pp. 19-24.
9. Zelenev A.V., Seminchenko E.V. Dynamics of the main elements of soil nutrition in crops of grain crops of the Lower Volga region. Evolution and degradation of soil cover. *Collection of scientific articles on the materials of the V International Scientific Conference*. 2017, pp. 100-102.

10. Kutilkin V.G. *Straw and siderates as a fertilizer and improvement of soil treatment at their use in grain-stem crop rotation links of the forest-steppe of the Volga region*. Kinel, 1996, 21 p.
11. Malakhov N.V. *Effectiveness of different-depth incorporation of stubble siderate and straw in increasing soil fertility and crop rotation productivity in the conditions of the Central Regions of the Volga Region*. Moscow, 2019, 23 p.
12. Naimi O.I. Features of the use of straw as an organic fertilizer. *Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk* [International Journal of Humanities and Natural Sciences], 2019, no. 9-1, pp. 10-13.
13. Postnikov P.A., Popova V.V. Productivity of agricultural crops in field crop rotations. *Agrarny vestnik Verkhnevolzh'ye*, 2018, no. 2, pp. 5-11.
14. Tiranova L.V. Influence of azotophyte and fosfatovit on productivity and fertility of sod-podzolic soil in sidental crop rotation. *Plodorodie* [Fertility], 2023, no. 1(130), pp. 41-45.
15. Yashin A.E. *Productivity of winter wheat when using straw, green manure and biological preparation on typical chernozem of the forest-steppe of the Middle Volga region*. Ulyanovsk, 2019, 22 p.
16. Ghaffar S.H., Fan M. Structural analysis for lignin characteristics in biomass straw. *Biomass and Bioenergy*, 2013, vol. 57, pp. 264-279.
17. Long-term Effects of Tillage and Corn Stalk Return on Soil Carbon Dynamics / B.A. Hooker, T.F. Morris, R. Peters, Z.G. Cardon. *Soil Science Society of America Journal*, 2005, vol. 69, pp. 188-196.
18. Peltre C., Nielsen M., Bruun S. Straw export in continuous winter wheat and the ability of oil radish catch crops and early sowing of wheat to offset soil c and n losses: a simulation study. *Agricultural Systems*, 2016, vol. 143, pp. 195-202.
19. Schimel J.P., Schimel J. Bennett Nitrogen mineralization: Challenges of a changing paradigm. *Ecology*, 2004, vol. 85, pp. 591-602.
20. Seminchenko E. Crop rotations with perennial herbs and bean cultures in the conditions of the lower Volga region. *Research on Crops*, 2021, vol. 22(4), pp. 792-797.

ДАНИЕ ОБ АВТОРЕ

Семиначенко Елена Валерьевна, научный сотрудник лаборатории селекции, семеноводства и питомниководства
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН)

Университетский проспект, 97, г. Волгоград, 400062, Российская Федерация
eseminchenko@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHOR

Elena V. Seminchenko, Researcher at the Laboratory of Breeding, Seed Production and Nursery

Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences

97, Universitetskiy Prospekt, Volgograd, 400062, Russian Federation

eseminchenko@mail.ru

SPIN-code: 2756-2340

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3155-9563>

Scopus Author ID: 57222146275

Поступила 30.10.2023

После рецензирования 21.11.2023

Принята 29.11.2023

Received 30.10.2023

Revised 21.11.2023

Accepted 29.11.2023