

## ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

### SOIL FERTILITY AND PLANT PROTECTION

DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-3-832

УДК 631.452:631.874.2/3



Научная статья

## УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА И СИДЕРАЛЬНОЙ МАССЫ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР В СЕВОБОРОТАХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

*Е.В. Семинченко*

**Обоснование.** Впервые в абиотических условиях Нижнего Поволжья на светло – каштановых почвах разработаны и изучены новые приемы биологизации сохранения плодородия почв и специализированные полевые севообороты, 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** заключается влияние чистого и сидерального пара на урожайность полевых культур

**Материалы и методы.** Проведено исследование влияния сидеральных масс на урожайность зерновых культур в полевых севооборотах в условиях Нижнего Поволжья.

**Результаты.** Согласно проведенным исследованиям установлено, что биологизированные севообороты являются первым основным этапом при переходе к органическому земледелию в Волгоградской области. Оптимальным вариантом для почв сухостепной зоны каштановых подзоны светло-каштановых почв Нижнего Поволжья является четырехпольный зернопаропропашной биологизированный полевой севооборот и пятипольный севооборот с сидеральным паром (донник).

**Заключение.** Анализ данных показал, что наилучшие показатели урожайности озимой пшеницы получены по чистому и сидеральному (донник) парам – 1,8 т/га, у нута по предшественнику озимая пшеница в пятипольном севообороте – 0,87 т/га и у ярового ячменя по предшественнику нут – 1,48 т/га.

**Ключевые слова:** севообороты; урожайность; корреляционно-регрессионный анализ; полевые культуры

**Для цитирования.** Семинченко Е.В. Урожайность зерна и сидеральной массы полевых культур в севооборотах Нижнего Поволжья // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2024. Т. 16, №3. С. 358-373. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-3-832

Original article

## GRAIN YIELD AND SIDERAL MASS OF FIELD CROPS IN CROP ROTATIONS OF THE LOWER VOLGA REGION

*E.V. Seminchenko*

**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 little-studied crops for green fertilizer – biennial yellow clover, oats and phacelia were developed and studied; the structure of sown areas includes cultures of various biological groups, including cereals, legumes, oilseeds, rowed and perennial legumes; in addition to siderates, organic fertilizers are used in the form of straw and crop –root residues of cultivated crops.

**The purpose of the work** is the influence of pure and sideral steam on the yield of field crops

**Materials and methods.** The study of the influence of sideral masses on the yield of grain crops in field crop rotations in the conditions of the Lower Volga region.

**Results.** According to the conducted research, it has been established that biologized crop rotations are the first major stage in the transition to organic farming in the Volgograd region. The best option for the soils of the dry-steppe zone of chestnut subzones of light chestnut soils of the Lower Volga region is a four-field biologized field crop rotation and a five-field crop rotation with sideral steam (donnik).

**Conclusion.** *Data analysis showed that the best indicators of winter wheat yield were obtained for pure and sideral (sweet clover) pairs - 1.8 t/ha, chickpeas for the predecessor winter wheat in the five-field crop rotation - 0.87 t/ha and spring barley for the predecessor chickpeas – 1.48 t/ha.*

**Keywords:** *crop rotations; yield; correlation and regression analysis; field crops*

**For citation.** *Seminchenko E.V. Grain Yield and Sideral Mass of Field Crops in Crop Rotations of the Lower Volga Region. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2024, vol. 16, no. 3, pp. 358-373. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-3-832*

Основной задачей земледелия является производство конкурентоспособной продукции, отвечающей спросу современного рынка. Устойчивое земледелие основано на воспроизведении почвенного плодородия, что является одной из основных проблем сельхозпроизводства. Негативное влияние на плодородие почв оказывает интенсивное использование пашни, не правильное построение севооборота, недостаточное или избыточное внесение в почву макро- и микроэлементов и другое, все это приводит к ухудшению состояния почв и снижению продуктивности культур, а в некоторых случаях и полной гибели посевов. Воспроизводство почвенного плодородия завязано на возврате в почву энергии и элементов питания, выносимых с урожаем [4, 6, 10]. Сильнейшим биологическим фактором повышения почвенного плодородия, а, следовательно, и урожайности сельскохозяйственных культур, является сидерация. При подборе сидеральной культуры в севообороте, необходимо обращать внимание на коэффициент транспирации, норму высева и способность быстрого наращивания биомассы для более ранней заделки ее в почву [2, 8, 13].

Севооборот является одним из наиболее действенных агротехнологических мероприятий, способствующих восстановлению, сохранению и повышению почвенного плодородия, создавая широкий спектр по разнообразию действий, влияющих на урожайность растений [5, 7, 14].

Все вышеперечисленное свидетельствует о том, что зеленое удобрение является важнейшим элементом научного земледелия, оказывающим комплексное воздействие на свойства почв, продуктивность растений и качество продукции. В структуре севооборота зеленое удобрение рассматривается как почвозащитное звено системы земледелия, при применении которого в комплексе с другими элементами агротехники повышается рентабельность сельскохозяйственного производства [9, 11, 16].

Многие ученые занимались изучением влияния занятых паров и сидеральных культур в структуре севооборота на плодородие почв, продуктивность и урожайность сельскохозяйственных культур [1, 3, 14, 17, 18, 19].

Ученые Д. А. Болучевский и Б. А. Сотников [3, 12] утверждают, что при возделывании озимой пшеницы без удобрений, масса растительных остатков в пахотном слое почвы в севообороте с занятым паром в два раза меньше, чем в севообороте с сидеральным паром.

Г. Г. Тарабрина [15] отмечает, что наиболее низкая урожайность была получена в варианте без удобрений, на озимой пшенице она равнялась – 3,67 т/га. Комплекс приемов повышения плодородия увеличивал урожай зерна озимой пшеницей на 0,26-0,8 т/га. Содержание клейковины было более высоким при возделывании после сидерального пара озимой пшеницы – 26,0 %. При замене его на занятый этот показатель снижался на 0,7 %.

### **Материалы и методы**

Исследования проводились в 2018-2020 гг. Севообороты размещены на участке с уклоном до 1° в северо-восточном направлении. По классификации рабочий участок (контур) относится к I классу, на котором возможно возделывание всех культур. Почвы опытного участка светло-каштановые, но результатам обследования содержат гумуса 1,7-2,3%, рН почвы от 7,2 до 7,8, общего азота 0,12-0,19%, валового фосфора 0,12-0,15%, общего калия 1,26-2,06%. В пахотном слое почвы содержится доступного фосфора 90-100 кг, обменного калия 1080-1296 кг, азота (NO<sub>3</sub>) - 72-90 кг. Содержание тяжелых металлов и пестицидов не превышает ПДК. Основная обработка почвы в опыте – безотвальная, стойкой СибПМЭ на глубину 25-27 см. Возделываются районированные сорта сельскохозяйственных культур.

Подсчет массы корневых и пожнивных остатков культур возделываемых в полевых биологизированных севооборотах проводили после их уборки в пахотном слое почвы (0,0-0,03 м) методом монолита по Н. З. Станкову в 8 – кратной повторности.

Биологизированная масса сельскохозяйственных культур, сидерального типа – фацелии, донника и овса, сена многолетних трав – эспарцета и люцерны, а также соломы зерновых культур подсчитывалась в фазе бутонизации и колошения из двух смежных рядов, длиной 0,833 м, расположенных в четырех местах учетной делянки.

Хозяйственная урожайность зерновых культур учитывалась весовым методом при сплошной комбайновой уборке каждой учетной делянки. В последующем ее приводили к 100 % чистоте и стандартной 14 % влажности.

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.

Условия увлажнения в годы исследований характеризовались: 2017 – засушливый (ГТК=0,6), 2018 – сухой (ГТК=0,5), 2019 – слабо засушливый (ГТК=0,7), 2020 – сухой (ГТК=0,3). Суммарное количество осадков в 2017-2018, 2018-2019 и 2019-2020 сельскохозяйственных годах, соответственно составляли 391,0; 388,3 и 271,5 мм при среднемноголетнем показателе 339,2 мм. Осадки вегетационного периода: 149,7 мм (2017), 138,5 мм (2018), 169,2 мм (2019) и 90,3 мм (2020) при норме 190,4 мм.

### Результаты и обсуждения

Урожайность – это интегральный показатель продуктивности растений, результат взаимодействия всех количественных признаков растения с условиями внешней среды. Увеличение урожайности является наиболее важным условием эффективности технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Сидеральные культуры обеспечивают прибавку урожая первой культуры на 0,5 – 0,9 т/га. Внесение соломы в почву с азотными удобрениями повышает урожайность на 0,31 т/га. Введение в севооборот культур различных биологических групп, поступление в почву дополнительного органического вещества в виде сидератов, соломы и пожнивно-корневых остатков полевых культур способствует росту их урожайности (табл. 1-4).

Таблица 1.

#### Влияние предшественника и способа биологизации на урожайность озимой пшеницы, т/га

№ варианта	Предшественник, прием биологизации	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Средняя
1(к)	Чистый пар	0,59	1,28	3,54	1,80
2	Занятой пар (донник)	0,71	1,22	3,46	1,80
3	Занятой пар (овес)	0,64	1,24	3,17	1,68
4	Занятой пар (фацелия)	0,71	1,30	3,32	1,78
НСР <sub>05</sub>		0,03	0,05	0,03	-

Из данных приведенных в таблице 1 видно, что наибольшая урожайность культуры озимая пшеница отмечалась в 2020 году и изменялась в зависимости от предшественника в пределах от 3,17 т/га при культивировании ее в семипольном севообороте по занятому овсом на сидерат пару до 3,54 т/га по чистому пару в четырехпольном контрольном севообороте.

Самая низкая урожайность озимой пшеницы наблюдалась в 2018 году – 0,59-0,71 т/га. В среднем за три года исследований урожайность озимой пшеницы в варианте, где она возделывалась в пятипольном севообороте по занятому донником на сидерат пару находилась на уровне с контролем и составляла – 1,80 т/га. При возделывании озимой пшеницы в семипольных севооборотах по занятым овсом и фацелией на сидерат парам, урожайность в сравнении с контролем снижалась, соответственно, на 0,12 и 0,02 т/га или 6,7 и 1,1 %.

Таблица 2.

**Урожайность нута в зависимости от предшественников  
и способов биологизации, т/га**

№ варианта	Предшественник, способ биологизации	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Средняя
1(к)	Пшеница озимая	0,17	0,36	1,76	0,76
2	Пшеница озимая (солома)	0,23	0,25	2,12	0,87
3	Горчица (солома)	0,19	0,22	1,51	0,64
4	Пшеница яровая (солома)	0,22	0,30	1,69	0,74
	НСР <sub>05</sub>	0,03	0,06	0,02	-

Из данных таблицы 2 видно, что самая высокая урожайность нута обеспечивалась в 2020 году и колебалась от 1,51 т/га при возделывании в семипольном севообороте по горчице, солома которой запахивалась в почву до 2,12 т/га в пятипольном севообороте по озимой пшенице, солома которой также оставалась в поле. Самая низкая урожайность нута была получена в 2018 году – 0,17-0,23 т/га. В среднем за годы исследований наибольшая урожайность формировалась при возделывании нута в пятипольном севообороте по предшественнику озимая пшеница, солома которой запахивалась в почву – 0,87 т/га, что выше контроля, где предшественником нута была также озимая пшеница, но солома которой отчуждается с поля на 0,11 т/га или 14,5 %. Остальные варианты уступали контролю: при возделывании нута в семипольных севооборотах по пшенице яровой и горчице, солома которых запахивалась в почву, соответственно, на 0,02 и 0,12 т/га или 2,6 и 15,8 %.

Анализируя данные таблицы 3, можно сделать вывод, что самая высокая урожайность ярового ячменя наблюдалась в 2020 году, самая низкая – в 2019 году. В среднем за годы исследований урожайность этой культуры по вариантам с применением приемов биологизации была приблизительно одинаковой. Так, наибольшая средняя урожайность формировалась при возделывании яро-

вого ячменя в семипольном и пятипольном севооборотах по зерновому сорго и нуту, солома которых запахивалась в почву, соответственно 1,46 и 1,48 т/га, что было выше, чем в контрольном варианте по нуту, но солома которого отчуждалась с поля, на 0,32 и 0,34 т/га или 28,1 и 29,8 %. При выращивании ярового ячменя в семипольном севообороте по сафлору, солома которого запахивалась в почву, урожайность превышала контроль на 0,18 т/га или 15,8%. В контрольном варианте урожайность этой культуры равнялась 1,14 т/га.

Таблица 3.

**Хозяйственная урожайность ярового ячменя в зависимости от предшественников и способов биологизации, т/га**

№ варианта	Предшественник, способ биологизации	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Средняя
1(к)	Нут	0,97	0,18	2,27	1,14
2	Нут (солома)	1,07	0,22	3,15	1,48
3	Сафлор (солома)	1,06	0,24	2,66	1,32
4	Сорго зерновое (солома)	1,13	0,27	2,97	1,46
НСР <sub>05</sub>		0,03	0,04	0,03	-

Данные таблицы 4 показали, что в среднем за годы исследований наибольшая надземная воздушно-сухая масса обеспечивалась у донника на сидерат второго года жизни, возделываемого в пятипольном севообороте по горчице, солома которой запахивалась в почву – 1,17 т/га, что было выше, чем у овса и фацелии на сидерат по предшественнику яровой ячмень, солома которого также запахивалась в почву, соответственно, на 9,3 и 7,3 %.

Таблица 4.

**Урожайность надземной, корневой сырой и воздушно-сухой массы сидеральных культур, т/га (среднее за 2018 – 2020 гг.)**

№ варианта	Предшественник, способ биологизации	Сырая масса			Воздушно-сухая масса		
		надземная	корневая	всего	надземная	корневая	всего
Донник на сидерат 2 г. ж.							
2	Горчица (солома)	4,50	1,92	6,42	1,17	0,74	1,91
Овес на сидерат							
3	Яровой ячмень (солома)	3,39	1,15	4,54	1,07	0,53	1,60
Фацелия на сидерат							
4	Яровой ячмень (солома)	3,98	1,20	5,18	1,09	0,62	1,71

Корневой воздушно-сухой массы сидеральных культур накапливалось меньше, чем надземной. Так, самая высокая она обеспечивалась у донника на сидерат – 0,74 т/га, у овса на сидерат – 0,53 т/га и у фацелии на сидерат – 0,62 т/га. Наибольшая общая воздушно-сухая масса сидеральных культур обеспечивалась у донника – 1,91 т/га, что было выше, чем у овса на 0,31 т/га или 19,4 % и у фацелии – на 0,2 т/га или 11,7 %.

Корреляционная зависимость урожайности зерновых культур от гидротермических коэффициентов представлена на рисунках 1-3.

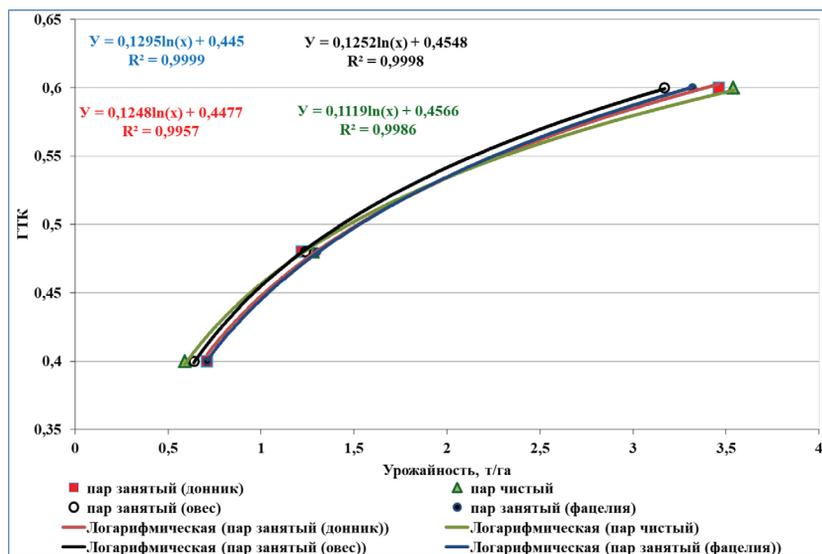


Рис. 1. Корреляционная зависимость урожайности озимой пшеницы за годы исследований от ГТК

Данные рисунка 1 показали, что в результате проведенного корреляционно-регрессионного анализа между урожайностью озимой пшеницы и гидротермическим коэффициентом (ГТК) была выявлена положительная корреляция логарифмической функции, выражающаяся уравнением по предшественникам: пар чистый  $Y = 0,1119\ln(X) + 0,4566$  ( $r^2 = 0,99$ ); пар занятый (донник)  $Y = 0,1248\ln(X) + 0,4477$  ( $r^2 = 0,99$ ); пар занятый (овес)  $Y = 0,1252\ln(X) + 0,4548$  ( $r^2 = 0,99$ ); пар занятый (фацелия)  $Y = 0,1295\ln(X) + 0,445$  ( $r^2 = 0,99$ ).

Анализ корреляционных связей у нута (рис. 2) имел логарифмическую функцию, сильную степень корреляции и выражался уравнением регрес-

сии по пшенице озимой в контрольном варианте  $Y = 0,084\ln(X) + 0,5557$  ( $r^2 = 0,99$ ); пшенице озимой в пятипольном севообороте  $Y = 0,0744\ln(X) + 0,5455$  ( $r^2 = 0,87$ ); горчице и пшенице яровой в семипольных севооборотах  $Y = 0,0819\ln(X) + 0,5687$  ( $r^2 = 0,89$ ) и  $Y = 0,0884\ln(X) + 0,558$  ( $r^2 = 0,93$ ) соответственно.

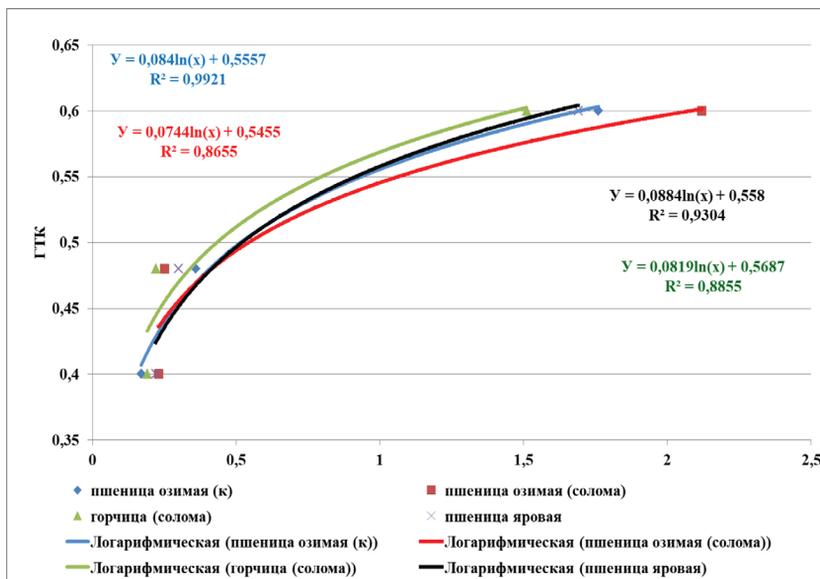


Рис. 2. Корреляционная зависимость урожайности нута за годы исследований от ГТК

Из рисунка 3 видно, что корреляционный анализ зависимости урожайности ячменя от ГТК имел линейную функцию средней степени и выражался уравнением регрессии по нуту в контроле  $Y = 0,067X + 0,417$  ( $r^2 = 0,49$ ); нуту в пятипольном севообороте  $Y = 0,0513X + 0,4174$  ( $r^2 = 0,59$ ); сафлору  $Y = 0,0599X + 0,4142$  ( $r^2 = 0,54$ ) и сорго  $Y = 0,0546X + 0,4138$  ( $r^2 = 0,56$ ).

Результаты корреляционного анализа зависимости урожайности зерновых культур от наиболее влияющих на продуктивность культур критериев (влажность почвы в слое почвы 0-30 см ( $X_1$ ), метровом слое почвы ( $X_2$ ), ГТК ( $X_3$ ), осадков вегетационного периода ( $X_4$ ), среднесуточных температур ( $X_5$ ), относительной влажности воздуха ( $X_6$ )) за вегетационный период представлены рисунке 4.

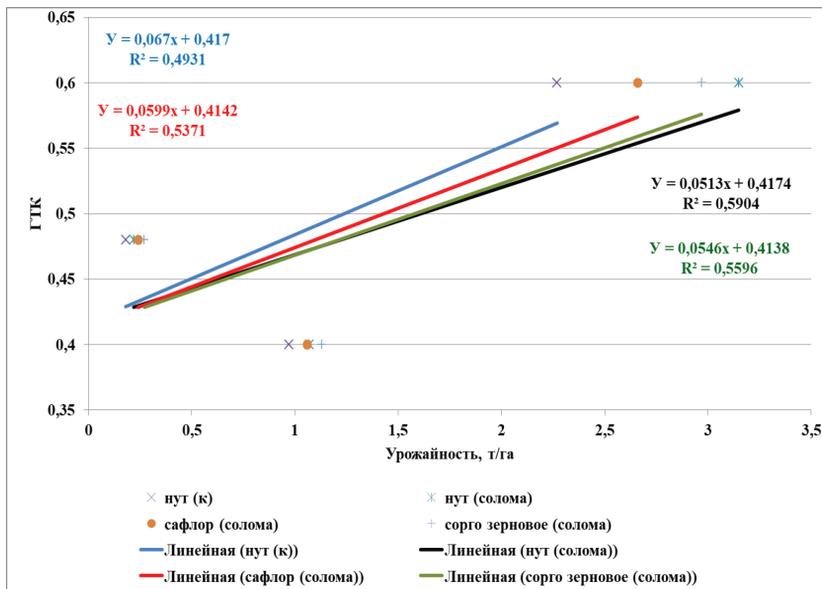


Рис. 3. Корреляционная зависимость урожайности ярового ячменя за годы исследований от ГТК

Из рисунка 4 видно, что в среднем за три года исследований выявлена сильная корреляционная зависимость фактора  $Y$  (урожайность) озимой пшеницы по паре чистому в четырехпольном севообороте с факторами  $X_2$  ( $r^2 = 0,9$ ),  $X_4$  ( $r^2 = 0,95$ ) и  $X_5$  ( $r^2 = 0,99$ ), средняя степень зависимости с факторами  $X_1$  ( $r^2 = 0,43$ ); по паре занятому (донник) в пятипольном севообороте сильная степень корреляции по факторам  $X_4$  ( $r^2 = 0,97$ ),  $X_5$  ( $r^2 = 0,99$ ); по паре занятому (овес) сильная степень корреляции с факторами  $X_2$  ( $r^2 = 0,79$ ),  $X_4$  ( $r^2 = 0,95$ ) и  $X_5$  ( $r^2 = 0,99$ ), средняя степень зависимости с факторами  $X_1$  ( $r^2 = 0,56$ ); по паре занятому (фацелия) сильная степень корреляционной зависимости с факторами  $X_4$  ( $r^2 = 0,95$ ) и  $X_5$  ( $r^2 = 0,99$ ) и средняя с фактором  $X_2$  ( $r^2 = 0,55$ ).

У нута корреляционная зависимость фактора  $Y$  (урожайность) показала низкие результаты. Средняя степень корреляции по фактору  $X_1$  ( $r^2 = 0,42$ ) по пшенице озимой в четырехпольном контрольном севообороте, по фактору  $X_2$  по пшенице озимой в пятипольном севообороте ( $r^2 = 0,49$ ), по горчице и пшенице яровой в семипольных севооборотах ( $r^2 = 0,54$  и  $r^2 = 0,68$ ) соответственно.

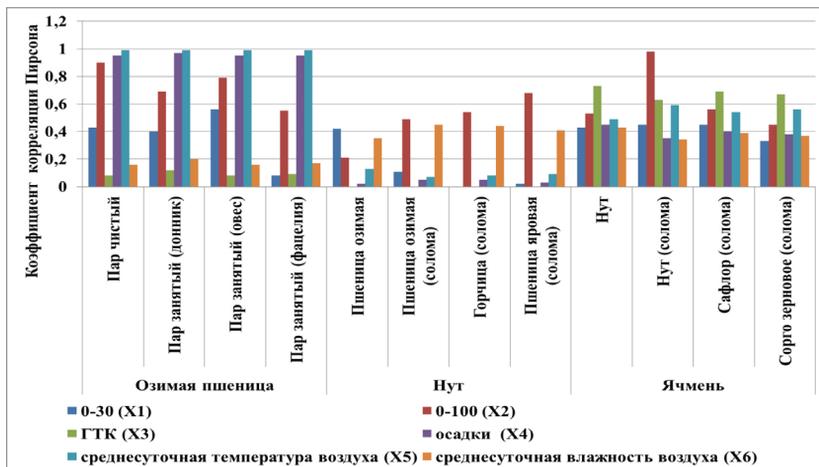


Рис. 4. Коэффициент корреляции урожайности (Y) от различных факторов вегетационного периода зерновых культур (среднее за 2018-2020 гг.)

Таблица 5.

**Эмпирические модели зависимости урожайности зерновых культур (Y, ц/га) от условий тепло- и влагообеспеченности критических периодов по различным предшественникам**

Культура	Предшественники	Уравнение множественной регрессии	R <sup>2</sup>
Озимая пшеница	Пар чистый	$Y = 0,04X_1 - 0,13X_4 + 21,6$	0,99
	Пар занятый (донник)	$Y = 0,14X_1 + 0,09X_2 - 10,2$	0,98
	Пар занятый (овес)	$Y = -0,14X_4 + 0,08X_6 + 22,05$	0,97
	Пар занятый (фацелия)	$Y = -0,05X_2 - 0,18X_4 + 36,32$	0,98
Нут	Пшеница озимая	$Y = 0,23X_2 + 0,15X_4 + 31,18$	0,98
	Пшеница озимая (солома)	$Y = 0,14X_2 + 0,10X_4 - 19,29$	0,98
	Горчица (солома)	$Y = 0,18X_2 + 0,06X_4 - 17,85$	0,98
	Пшеница яровая (солома)	$Y = 0,14X_2 + 0,04X_4 - 13,2$	0,97
Яровой ячмень	Нут	$Y = 0,08X_2 - 0,04X_4 - 1,77$	0,98
	Нут (солома)	$Y = 0,12X_2 - 0,01X_4 - 7,2$	0,97
	Сафлор (солома)	$Y = 0,09X_2 - 0,04X_4 - 2,57$	0,98
	Сорго зерновое (солома)	$Y = 0,10X_2 - 0,05X_4 - 2,10$	0,99

По результатам статистических исследований построены эмпирические модели формирования урожайности зерновых культур по наиболее значимым погодным факторам (табл. 5).

Анализ данных полученных в ходе исследования и приведённых в таблице 5 показал, что урожайность зерновых культур зависела от почвенно-метеорологических условий, а именно запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы ( $X_2$ ), осадков вегетационного периода ( $X_4$ ), среднесуточной температура воздуха ( $X_5$ ) и предшественника, причем последний оказывал незначительное влияние на урожайность зерновых культур.

### **Заключение**

Возделывание озимой пшеницы по сидеральному пару (донник) формировала урожай на уровне с контролем – 1,80 т/га. По другим предшественникам урожайность в сравнении с контролем снижалась. Урожайность нута превышала контроль на – 0,11 т/га. Урожайность ярового ячменя выше контроля по всем предшественникам.

**Информация о конфликте интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

**Информация о спонсорстве.** Исследования выполнены в рамках государственного задания НИР: ФНИЦ агроэкологии РАН № 122020100448-6 «Создание новых конкурентоспособных форм, сортов и гибридов культурных, древесных и кустарниковых растений с высокими показателями продуктивности, качества и повышенной устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды, новые инновационные технологии в семеноводстве и питомниководстве с учетом сортовых особенностей и почвенно-климатических условий аридных территорий Российской Федерации».

### **Список литературы**

1. Арефьев А. Н., Кузина Е.Е., Кузин Е.Н. Приемы повышения плодородия черноземных и лугово-черноземных почв лесостепного Поволжья: монография. Пенза: Изд-во Пензенского ГАУ, 2017. 483 с.
2. Борисова Е.Е. Применение сидератов в мире // Вестник НГИЭИ. 2015. № 6 (49). С. 24-33.
3. Болучевский Д.А. Плодородие чернозема типичного и урожайность озимой пшеницы при различных приемах биологизации в лесостепи ЦЧР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01. Воронеж, 2014. 24 с.
4. Горохов С.А. Влияние сидеральных удобрений на плодородие дерново-подзолистой почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур в севообороте: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01. Йошкар-Ола, 2013. 20 с.

5. Денисова А.В. Влияние возделывания сидеральных культур в паровых полях и промежуточных посевах на продуктивность звеньев севооборотов и показатели плодородия дерново-подзолистых почв Кировской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01. Уфа, 2015. 19 с.
6. Зеленев А.В., Уришев Р.Х., Семинченко Е.В. Эффективность средств биологизации в полевых севооборотах засушливой степной зоны Нижнего Поволжья // Вестник Нижневолжского агроуниверситета: наука и высшее профессиональное образование. 2017. №1. С. 63-69.
7. Зеленев А. В. Семинченко Е.В. Солома – важный фактор биологизации при возделывании зернового сорго на светло-каштановых почвах Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. №3. С. 62-69.
8. Кузнецова Н.В. Проблемы почвенного плодородия // Инновационная наука. 2015. № 12-1. С. 150-152.
9. Лукин С.М. К 100-летию научных исследований по плодородию почв и применению удобрений: от Судогодского опытного поля до Всероссийского НИИ органических удобрений и торфа // Агрохимический вестник. 2013. № 4. С. 2-7.
10. Минеев В.Г. Агрохимия: учебник. 2-е изд. перераб. и доп. М.: изд-во МГУ, изд-во «КолосС», 2004. 720 с.
11. Постников П. А., Попова В.В. Продуктивность сельскохозяйственных культур в полевых севооборотах // Аграрный вестник Верхневолжья. 2018. № 2. С. 5–11.
12. Скорочкин Ю.П., Джабраилов А.А. Новые культуры в биологическом земледелии // Системы использования органических удобрений и возобновляемых ресурсов в ландшафтном земледелии: материалы Всероссийской науч.-практ. конференции с международным участием, посвященной 100-летию Судогодского опытного поля / ГНУ ВНИИОУ Россельхозакадемии. Владимир, 2013. С. 326-332.
13. Сотников Б.А. Влияние приемов биологизации на динамику лабильных форм органического вещества и урожайность культур: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01. Воронеж, 2004. 18 с.
14. Скорочкин Ю.П., Брюхова З.Я. Сидеральный пар и солома – элементы биологизации земледелия в условиях Северо-Восточной части ЦЧР // Земледелие. 2011. № 3. С. 20-21.
15. Смутнев П.А., Волынский В.П. Севооборот в сельском хозяйстве Нижнего Поволжья // Достижения науки и техники агропромышленного комплекса. 2005. №2. С. 5-7.

16. Тарабрина Г.Г. Влияние комплекса приемов биологизации на показатели плодородия чернозема выщелоченного и урожайность культур севооборота: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01. Воронеж, 2005. 19 с.
17. Ghaffar S.H., Fan M. Structural analysis for lignin characteristics in biomass straw // *Biomass and Bioenergy*. 2013. Vol. 57. P. 264-279. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2013.07.015>
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. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.01.002>
19. Field crop rotations in organic agriculture of the Volgograd region / Shatokhin A.A., Chamurliev O.G., Zelenev A.V., Chamurliev G.O., Vorontsova E.S. // *BIO Web of Conferences*, 2020. Vol. 27, 00152. <https://doi.org/10.1051/bio-conf/20202700152>

### References

1. Arefiev A. N., Kuzina E.E., Kuzin E.N. *Methods of improving the fertility of chernozem and meadow-chernozem soils of the forest-steppe Volga region*: monograph. Penza: Izd-vo Penza GAU, 2017, 483 p.
2. Borisova E.E. Application of siderates in the world. *Vestnik NIEEI*, 2015, no. 6 (49), pp. 24-33.
3. Boluchevskiy D.A. *Fertility of typical chernozem and yield of winter wheat under different methods of biologization in the forest-steppe of the CDR*. Voronezh, 2014, 24 p.
4. Gorokhov S.A. *Influence of sideral fertilizers on fertility of sod-podzolic soil and productivity of agricultural crops in crop rotation*. Yoshkar-Ola, 2013, 20 p.
5. Denisova A.V. *Influence of cultivation of sideral crops in fallow fields and intermediate crops on the productivity of crop rotation links and fertility indicators of sod-podzolic soils of Kirov region*. Ufa, 2015, 19 p.
6. Zelenev A.V., Urishev R.H., Seminchenko E.V. Efficiency of biologization means in field crop rotations of arid steppe zone of the Lower Volga region. *Bulletin of Nizhnevolzhskiy agro-university: science and higher professional education*, 2017, no. 1, pp. 63-69.
7. Zelenev A. V. Seminchenko E.V. Straw - an important factor of biologization in the cultivation of grain sorghum on light-chestnut soils of the Volgograd region. *Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education*, 2018, no. 3, pp. 62-69.
8. Kuznetsova N.V. Problems of soil fertility. *Innovatsionnaya nauka*, 2015, no. 12-1, pp. 150-152.

9. Lukin S.M. Towards the 100th anniversary of scientific research on soil fertility and fertilizer application: from Sudogodsk experimental field to the All-Russian Research Institute of organic fertilizers and peat. *Agrochemical Bulletin*, 2013, no. 4, pp. 2-7.
10. Mineev V.G. *Agrochemistry*. Moscow: MSU; KolosS, 2004, 720 p.
11. Postnikov P.A., Popova V.V. Productivity of agricultural crops in field crop rotations. *Agrarny vestnik Verkhnevolzhye*, 2018, no. 2, pp. 5-11.
12. Skorochkin Y.P., Dzhabrailov A.A. New crops in biological farming. *Systems of using organic fertilizers and renewable resources in landscape farming: Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference with international participation, dedicated to the 100th anniversary of Sudogodskiy experimental field* / Rosselkhozakademy. Vladimir, 2013, pp. 326-332.
13. Sotnikov B.A. *Influence of biologization techniques on the dynamics of labile forms of organic matter and crop yield*. Voronezh, 2004, 18 p.
14. Skorochkin Y.P., Bryukhova Z.Ya. Sideral steam and straw - elements of biologization of farming in the conditions of the North-Eastern part of the CDR. *Zemledeliye*, 2011, no. 3, pp. 20-21.
15. Smutnev P.A., Volynskov V.P. Crop rotation in the agriculture of the Lower Volga region. *Achievements of science and technology of agroindustrial complex*, 2005, no. 2, pp. 5-7.
16. Tarabrina G.G. *Influence of a complex of biologization techniques on fertility indicators of leached chernozem and crop yield of crop rotation*. Voronezh, 2005, 19 p.
17. Ghaffar S.H., Fan M. Structural analysis for lignin characteristics in biomass straw. *Biomass and Bioenergy*, 2013, vol. 57, pp. 264-279. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2013.07.015>
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. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.01.002>
19. Field crop rotations in organic agriculture of the Volgograd region / Shatokhin A.A., Chamurliev O.G., Zelenev A.V., Chamurliev G.O., Vorontsova E.S. *BIO Web of Conferences*, 2020, vol. 27, 00152. <https://doi.org/10.1051/bio-conf/20202700152>

#### ДААННЫЕ ОБ АВТОРЕ

**Семиначенко Елена Валерьевна**, научный сотрудник лаборатории селекции, семеноводства и питомниководства

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиора-*

*ций 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 prospect, Volgograd, 400062, Russian Federation*

*eseminchenko@mail.ru*

*SPIN-code: 2756-2340*

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

*Scopus Author ID: 57222146275*

Поступила 22.09.2023

После рецензирования 18.10.2023

Принята 01.11.2023

Received 22.09.2023

Revised 18.10.2023

Accepted 01.11.2023