

## **Урожайность яровой мягкой пшеницы за пять ротаций шестипольных севооборотов в зависимости от предшественника на двух уровнях интенсификации в степной зоне Южного Урала\***

*В.Ю. Скороходов, к.с.-х.н., ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН*

Яровая пшеница является основной зерновой культурой Российской Федерации [1].

В настоящее время Россия — одна из ведущих зернопроизводящих стран в мире после США, Индии и стран ЕС. Доля пшеницы в посевах зерновых культур в Российской Федерации составляет более 61% [2].

\* Исследование выполнено в соответствии с планом НИР на 2018–2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№0761-2018-0029)

Оренбургская область находится среди регионов – лидеров по производству зерна в Российской Федерации. На её долю приходится около 8% валового сбора зерна яровой пшеницы и около 50% посевов яровой пшеницы Урала [1].

Первое место по производству яровой пшеницы в Оренбургской области занимает восточная зона, на её долю приходится 40,8% посевов данной культуры, на втором месте находится центральная зона – 25,3% [3].

В настоящее время посевы яровой пшеницы в Оренбуржье ежегодно занимают более 1,3 млн га, что составляет около 67% от площади всех зерновых [4].

Важнейшей задачей севооборотов является получение максимальной продукции с единицы площади за счёт правильного чередования культур, оптимальных условий питания и влагообеспеченности растений, борьбы с сорняками, болезнями и вредителями.

На основании многолетних научных исследований лучшим предшественником для всех культур в зоне засушливой степи является чистый пар [5, 6]. Его эффективность как предшественника яровой пшеницы всесторонне изучена [7].

Пар хорошо очищает поле от сорняков, тормозит развитие вредных насекомых, более полно мобилизует запасы почвенного питания, в первую очередь нитратов.

Из непаровых предшественников по влиянию на урожайность высококачественного зерна яровой пшеницы на первом месте находится горох на зерно, на втором – кукуруза на силос, просо [8–10].

По мнению П.А. Стецеры, урожайность зерна пшеницы по сидеральному пару в условиях засушливой степи Оренбургской области практически не отличается от урожайности по чёрному пару [11].

Исследованиями К.И. Довбана и В.И. Хохлова установлено высокое последствие сидерального пара на вторую и последующую культуры севооборота [12].

**Цель исследования** – определить потенциальные возможности и уровень урожайности яровой мягкой пшеницы в шестипольных севооборотах в течение пяти ротаций, установить её зависимость от предшественника и фона питания.

**Материал и методы исследования.** Объектом исследования являлась яровая мягкая пшеница по разным предшественникам и в последствии различных видов пара (чёрный кулисный, сидеральный, почвозащитный).

Почва опытного участка характеризуется чернозёмом южным на тёмно-бурых карбонатных древнеаллювиальных опесчаненных суглинках. С поверхности отмечается бурное вскипание от соляной кислоты и присутствие карбонатов в метровом слое в виде псевдомицелия.

Опытный участок характеризуется однородностью с содержанием гумуса (по Тюрину) в верхнем

пахотном слое (0–30 см) от 3,2 до 4,0%, общего азота – 0,20–0,30%, доступного фосфора (по Мачинину) – от 1,5 до 2,5 мг и обменного калия (по Бровкиной) – от 30 до 38 мг на 100 г сухой почвы. В верхнем пахотном слое объёмная масса почвы равна 1,14 г на 1 см<sup>3</sup>.

По многолетним данным среднее количество осадков за год составляет 386 мм. С апреля по октябрь выпадает около 230 мм осадков, а с ноября по март – 156 мм.

Высота снежного покрова достигает 50 см. Весенние заморозки отмечаются (иногда) до 5 июня. В начале третьей декады сентября обычно отмечаются первые осенние заморозки (примерно с 20–23 сентября). Длина периода от весенних до осенних заморозков составляет 135 дней.

Схема эксперимента представлена на рисунке 1.

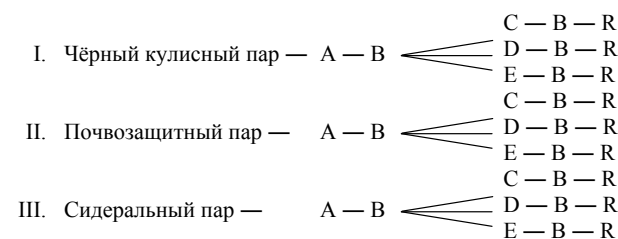


Рис. 1 – Схема проведения опыта:

A – яровая твёрдая пшеница, B – яровая мягкая пшеница, C – кукуруза на силос, D – просо, E – горох, R – ячмень

Размер делянок составляет 14,4×30 м; 3,6×30 м (удобренный фон) и 14,4×60 м; 3,6×60 м (неудобренный фон). Удобрения вносили в дозе N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>.

Вспашку осуществляли плугом ПН-5-35 (ОАО «Минский завод шестерён», Республика Беларусь), трактором МТЗ-82 М (ОАО «Минский тракторный завод», Республика Беларусь). Предпосевная культивация выполнялась культиватором КПС-4,0 (ОАО «КОРММАШ», Россия). При посеве применяли сеялку СЗП-3,6 (ОАО «НПО СИБ – СЕЛЬМАШ», Россия). Уборку зерновых проводили комбайном САМПО-500 («Сампо – Розенлев», Финляндия). Сидераты и суданскую траву скашивали косилкой КРН-2,1 (ООО «Вятский механический завод», Россия).

**Результаты исследования.** Погодные условия в степной зоне Южного Урала играют основную роль в формировании урожая сельскохозяйственных культур. В острозасушливые годы соблюдение всех агротехнических мероприятий (внесение удобрений, предшественники, система обработки почвы и т.д.) сводится практически к нулю.

На формирование урожайности сельскохозяйственных культур оказывают влияние два природных фактора – это температурный режим и выпавшие осадки. Данные обстоятельства подтверждаются результатами нашего исследования. За с.-х. год, в среднем за период с 1990 по 2007 гг., в

сравнении со среднемноголетними данными было теплее на 1,9°C. Самым тёплым был 2003/2004 год, когда превышение температуры составляло 6°C. За вегетационный период в среднем за 1990–2007 гг. температура воздуха находилась в пределах среднемноголетних данных (норма 19,1°C) и составляла 19,2°C. Значительные изменения произошли в выпадении осадков за с.-х. год (период 1990–2007 гг.). В среднем их выпало больше на 32 мм и только пять лет характеризовались количеством осадков меньше среднемноголетней нормы. В целом за с.-х. год (среднее за 1990–2007 гг.) зима была теплее обычного на 3,5°C, осень – на 1,9°C.

За период с 2008 по 2018 гг. в среднем превышение осадков за с.-х. год составило 20 мм. Шесть лет из них характеризовались более низким количеством выпавших осадков, чем среднемноголетняя норма.

Средняя температура воздуха за 12 лет (2007–2018 гг.) исследования была теплее среднемноголетних показателей на 1,7°C, что составляло 20,8°C. Число суховейных дней увеличилось на 14.

По таблице 1 видно, что в первой ротации (1990–1995 гг.) отмечалось превышение выпавших осадков за с.-х. год на 27 мм относительно среднемноголетних и увеличение температуры воздуха на 1,44°C. Во второй ротации (1996–2001 гг.) осадков за с.-х. год выпало больше нормы на 15 мм, температура воздуха была выше на 1,7°C. В третьей ротации (2002–2007 гг.) ситуация с осадками и температурой воздуха складывалась аналогично первой и второй ротациями с увеличением осадков за с.-х. год на 54 мм и ростом температуры на 2,7°C. В четвёртой ротации (2008–2013 гг.) севооборотов в среднем за 6 лет недобор осадков составил 16 мм, а температура воздуха превысила среднюю многолетнюю на 2,1°C. В пятой ротации (2014–2018 гг.) севооборотов в среднем выпало 342 мм, что было ниже среднемноголетних показателей на 25 мм, превышение температуры воздуха составило 0,6°C.

Различные погодные условия в течение проведённого исследования позволяли получать урожайность зерновых культур разного уровня.

От сложившихся погодных условий формировалась урожайность яровой мягкой пшеницы

в течение пяти ротаций севооборотов с чёрным, почвозащитным и сидеральным парами.

Данные таблицы 1 свидетельствуют, что среднегодовое выпадение осадков в течение пяти ротаций севооборотов составляло 378 мм, что больше на 11 мм среднемноголетних показателей. За вегетационный период в среднем за пять ротаций осадков выпало меньше на 18 мм.

Температура воздуха в среднем за пять ротаций севооборотов была выше среднемноголетних данных как в течение вегетационного периода (на 0,8°C), так и в целом за сельскохозяйственный год (на 1,7°C). В основном увеличение температуры воздуха в течение пяти ротаций отмечалось в холодное время года.

На рисунке 2 видно, что в течение пяти ротаций севооборотов наблюдался спад выпавших осадков от первой ротации к пятой. За этот же период (1990 – 2018 гг.) на фоне недобора осадков отмечалось повышение температуры воздуха (от первой к пятой ротации).

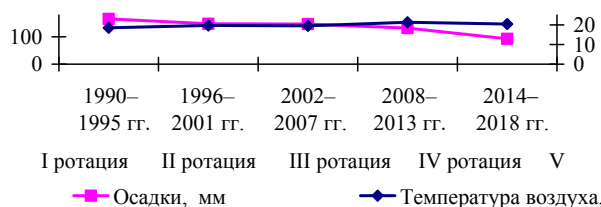


Рис. 2 – Метеоусловия вегетационного периода за пять ротацией (1990–2018 гг.) севооборотов

В четвёртой и пятой ротациях в среднем отмечалось повышенное количество дней с относительной влажностью воздуха 30% и ниже (суховейные дни). В четвёртой ротации севооборотов число суховейных дней составляло 75, что больше среднемноголетних данных (56) на 19 дней. В пятой ротации в среднем число таких дней составляло 69, что превышало среднемноголетние данные на 13 дней.

В течение пяти ротаций шестипольных севооборотов наилучшим предшественником яровой мягкой пшеницы без применения удобрений показал себя горох. Урожайность яровой мягкой пшеницы по гороху составляла 1,17–1,18 т с 1 га в зависимости от последствия паров (табл. 2).

1. Метеорологические условия за годы проведения исследования в среднем по ротациям севооборотов (по данным Оренбургского гидрометцентра)

Годы	Осадки, мм		Температура воздуха, °C		Число дней с относительной влажностью воздуха 30% и ниже
	за период вегетации	за с.-х. год	за период вегетации	за с.-х. год	
Среднемноголетние показатели	155	367	19,1	3,6	56
1990–1995 (1-я ротация)	166	394	18,5	5,0	51
1996–2001 (2-я ротация)	148	382	19,7	5,3	62
2002–2007 (3-я ротация)	147	421	19,5	6,3	42
2008–2013 (4-я ротация)	132	351	21,3	5,7	75
2014–2018 (5-я ротация)	93	342	20,4	4,2	69
Среднее за пять ротаций (1990–2018 гг.)	378	137	19,9	5,3	60

2. Урожайность яровой мягкой пшеницы без применения удобрений, в зависимости от предшественника и вида пара, м/га

Севооборот	Предшественник	Урожайность						
		ротация, годы					средняя	
		1-я, 1990– 1995	2-я, 1996– 2001	3-я, 2002– 2007	4-я, 2008– 2013	5-я, 2014– 2018	за пять рота- ций (1990– 2018 гг.)	по видам пара
С чёрным паром под твёрдую пшеницу	кукуруза на силос	1,65	1,23	0,69	1,23	0,81	1,13	1,14
	посо	1,77	1,11	0,71	1,23	0,78	1,12	
	горох	1,81	1,21	0,72	1,26	0,84	1,17	
	яровая твёрдая пшеница	1,74	1,20	0,65	1,18	0,89	1,14	
С почво- защитным паром	кукуруза на силос	1,68	1,12	0,68	1,05	0,80	1,07	1,12
	посо	1,72	1,12	0,68	1,24	0,71	1,10	
	горох	1,86	1,21	0,72	1,24	0,83	1,18	
	яровая твёрдая пшеница	1,74	1,25	0,66	1,17	0,80	1,13	
С сидераль- ным паром	кукуруза на силос	1,76	1,20	0,58	1,18	0,99	1,15	1,16
	посо	1,78	1,11	0,70	1,20	1,02	1,17	
	горох	1,82	1,14	0,74	1,21	0,95	1,18	
	яровая твёрдая пшеница	1,77	1,22	0,71	1,06	0,85	1,13	

Лучший предшественник яровой мягкой пшеницы в своём последствии – это сидеральный пар. Урожайность яровой пшеницы в последствии сидерального пара в среднем за пять ротаций севооборотов составляла 1,16 т с 1 га. Второе место занял севооборот с чёрным кулисным паром в его последствии на яровую мягкую пшеницу, урожайность которой в среднем за пять ротаций составила на фоне без удобрений 1,14 т с 1 га. В последствии почвозащитного пара в среднем по севооборотам урожайность яровой пшеницы составила 1,12 т с 1 га.

В двух ротациях (2002–2007 и 2014–2018 гг.) из пяти была получена урожайность яровой пшеницы менее 1 т с гектара как на удобренном, так и на фоне без применения удобрений (табл. 3).

Яровая мягкая пшеница имела положительную реакцию на минеральные удобрения в течение пяти ротаций севооборотов. Прибавка урожайности яровой мягкой пшеницы от применения удобрения в последствии сидерального и почвозащитного

паров составляла 0,11 т, чёрного кулисного пара – 0,10 т с 1 га.

На удобренном минеральными удобрениями фоне в течении пяти ротаций в среднем сохранялась закономерность лучшего последствия паров в сравнении с неудобренным фоном. Так, урожайность яровой мягкой пшеницы в последствии сидерального пара на удобренном фоне составляла 1,27 т, чёрного кулисного – 1,24 т, почвозащитного – 1,23 т с 1 га. Во второй и третьей ротациях шестипольных севооборотов как на удобренном, так и на фоне без применения удобрений урожайность яровой мягкой пшеницы получена менее 1 т с гектара.

Наибольшая урожайность яровой мягкой пшеницы по всем предшественникам получена в первой ротации севооборотов как на удобренном, так и неудобренном фоне. На удобренном фоне по предшественнику яровая твёрдая пшеница в последствии чёрного и почвозащитного паров достигла уровня более 2 т с гектара.

3. Урожайность яровой мягкой пшеницы с применением удобрений, в зависимости от предшественника и вида пара, м/га

Севооборот	Предшественник	Урожайность						
		ротация, год					средняя	
		1-я, 1990 –1995	2-я, 1996 –2001	3-я, 2002 –2007	4-я, 2008 –2013	5-я, 2014 –2018	за пять рота- ций (1990– 2018)	по видам пара
С чёрным паром под твёрдую пшеницу	кукуруза на силос	1,79	1,26	0,78	1,46	0,80	1,22	1,24
	посо	1,95	1,31	0,80	1,39	0,75	1,24	
	горох	1,90	1,28	0,82	1,35	0,81	1,24	
	яровая твёрдая пшеница	2,02	1,38	0,76	1,23	0,90	1,26	
С почво- защитным паром	кукуруза на силос	1,84	1,15	0,73	1,10	0,80	1,13	1,23
	посо	1,92	1,33	0,79	1,34	0,74	1,23	
	горох	1,90	1,29	0,86	1,42	0,85	1,27	
	яровая твёрдая пшеница	2,01	1,38	0,83	1,28	0,84	1,27	
С сидераль- ным паром	кукуруза на силос	1,89	1,26	0,75	1,52	0,93	1,27	1,27
	посо	1,98	1,34	0,73	1,47	0,96	1,30	
	горох	1,85	1,23	0,83	1,34	0,91	1,24	
	яровая твёрдая пшеница	1,90	1,35	0,83	1,21	0,88	1,24	

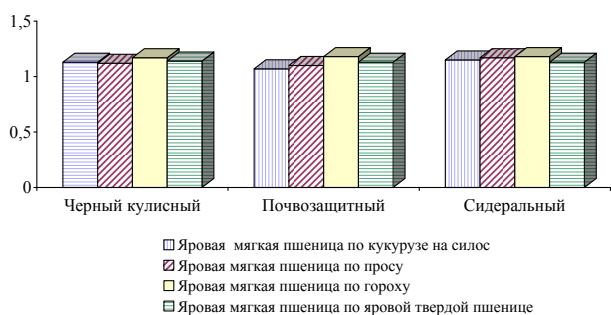


Рис. 3 – График уровня урожайности яровой мягкой пшеницы в последствии предшественников без применения удобрений за пять ротаций севооборотов (средняя за 1990–2018 гг.)

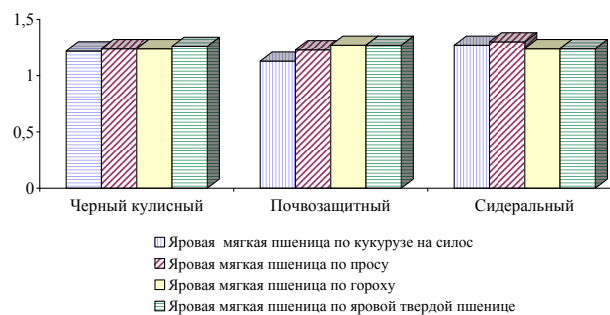


Рис. 4 – График уровня урожайности яровой мягкой пшеницы в последствии предшественников с применением удобрений за пять ротаций севооборотов (средняя за 1990–2018 гг.)

4. Урожайность яровой мягкой пшеницы в зависимости от предшественников и фона питания в пятой ротации севооборотов с различными видами пара, м/га

Севооборот	Предшественник	Фон питания	Год					Средняя		
			2014	2015	2016	2017	2018	за 5 лет	по предшественникам	по видам пара
С чёрным паром под твёрдую пшеницу	кукуруза на силос	уд. 0,70 неуд. 0,55	0,08	1,04	1,81	0,35	0,80	0,80	0,82	
	просо	уд. 0,56 неуд. 0,56	0,08	1,02	1,72	0,34	0,75	0,77		
	горох	уд. 0,57 неуд. 0,56	0,07	1,06	1,87	0,46	0,81	0,82		
	яровая твёрдая пшеница	уд. 0,61 неуд. 0,68	0,64	1,13	1,80	0,29	0,90	0,89		
С почво-защитным паром	кукуруза на силос	уд. 0,54 неуд. 0,57	0,09	0,91	1,97	0,45	0,80	0,80	0,80	
	просо	уд. 0,63 неуд. 0,60	0,08	0,72	1,87	0,37	0,74	0,72		
	горох	уд. 0,62 неуд. 0,51	0,09	1,03	1,96	0,55	0,85	0,84		
	яровая твёрдая пшеница	уд. 0,65 неуд. 0,65	0,20	1,18	1,91	0,22	0,84	0,82		
С сидеральным паром	кукуруза на силос	уд. 0,59 неуд. 0,50	0,70	1,24	1,66	0,44	0,93	0,96	0,94	
	просо	уд. 0,64 неуд. 0,61	0,80	1,20	1,88	0,28	0,96	0,99		
	горох	уд. 0,51 неуд. 0,49	0,80	1,06	1,85	0,31	0,91	0,93		
	яровая твёрдая пшеница	уд. 0,65 неуд. 0,58	0,60	1,06	1,78	0,31	0,88	0,86		

На рисунке 3 представлен график уровня урожайности яровой мягкой пшеницы в последствии предшественников без применения минеральных удобрений, на котором видно преимущество сидерального пара.

По рисунку 4 можно проследить рост урожайности при применении минеральных удобрений в течение пяти ротаций шестипольных севооборотов (средняя за 1990–2018 гг.).

В таблице 4 представлена урожайность яровой мягкой пшеницы в зависимости от предшественников и фона питания в пятой ротации шестипольных севооборотов с различными видами пара. В 2014, 2015 и 2018 гг. получена низкая её урожайность – менее 1 т с га. В пятой ротации севообо-

ротом лучшим предшественником яровой мягкой пшеницы был пар сидеральный в последствии. Урожайность мягкой пшеницы в последствии сидерального пара в среднем за пятую ротацию составила 0,94 т с 1 га.

Результаты проведённого нами исследования согласуются с данными экспериментов в других регионах России. Так, влияние зернобобовых предшественников на яровую пшеницу сорта Л-503 было изучено в Ставропольском районе Липецкой области в 2000–2002 гг. В качестве предшественников исследователи использовали чечевицу, вику посевную, горох, кормовые бобы. Самые большие прибавки урожайности яровой мягкой пшеницы были получены после гороха и

кормовых бобов – 6,7–9,19 ц с 1 га, что составляло от 37 до 60% [13].

В Татарском научно-исследовательском институте сельского хозяйства в течение четырёх лет изучались предшественники (кукуруза, картофель, сахарная свёкла, горох, ячмень и яровая пшеница) яровой пшеницы. Лучшими из них, обеспечивающими наибольшую прибавку урожая, оказались горох (6,3 ц с 1 га) и картофель (6,2 ц с 1 га) [14].

На Камышинской опытной станции при посеве пшеницы после пшеницы, гороха, нута, кукурузы, проса особенно эффективным предшественником оказался горох. Он повысил урожайность пшеницы в среднем за два года на 26%, на втором месте оказалось просо: прибавка урожая после него составила 16% [15].

Прибавки урожайности от применения азотных удобрений по непаровым предшественникам зависят от гидротермических зональных условий вегетационного периода. Так, в северной лесостепи Челябинской области и в Северо-Западной зоне Курганской среднепогодной размер прибавки урожайности составляет 8 ц с 1 га при колебаниях от 2 ц с 1 га в засушливые годы до 14 ц с 1 га во влажные [16].

#### Выводы

1. Лучшим предшественником яровой мягкой пшеницы в течение пяти ротаций шестипольных севооборотов является горох.

2. Сидеральный пар является лучшим предшественником яровой мягкой пшеницы в своём последствии.

3. Яровая мягкая пшеница имеет положительную реакцию на минеральные удобрения в течение пяти ротаций севооборота.

#### Литература

- Областной статистический ежегодник: стат. сб. Оренбург, 2009. 525 с.
- Алабушев А.В. Зерновое хозяйство России: состояние, проблемы, перспективы // Зерновое хозяйство России. 2009. № 1. С. 2–3.
- Сандакова Г.Н. Тенденции в производстве зерна яровой пшеницы // Ресурсосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве: междунар. сб. науч. трудов ФГБНУ «Оренбургский научно-исследовательский институт сельского хозяйства». Оренбург, 2010. С. 36–43.
- Долгалёв М.П. Селекция яровой твёрдой пшеницы в условиях Оренбургского Зауралья // Бажановские чтения: сб. науч. тр. к 90-летию Бузулукского опытного поля. Оренбург, 2003. С. 60–67.
- Шульмейстер К.Г. Борьба с засухой и урожаем. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1988. 263 с.
- Скороходов В.Ю. Влияние предшественников и удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур в севообороте с короткой ротацией и при бессменном возделывании на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья // Региональная научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов: сб. матер. / Администрация Оренбургской области. Оренбург, 2004. С. 99–100.
- Скороходов В.Ю. Эффективность севооборотов с короткой ротацией и бессменных посевов на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья // Современные технологии в сельском хозяйстве: матер. междунар. науч.-практич. конф., посвящ. 70-летию Оренбургского НИИ сельского хозяйства / Российская академия сельскохозяйственных наук; ГНУ Оренбургский научно-исследовательский институт сельского хозяйства. Оренбург, 2007. С. 303–307.
- Жданов В.М. Урожайность яровой мягкой пшеницы в Оренбургском Предуралье / В.М. Жданов, В.Ю. Скороходов, Ю.В. Кафтан [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 1(51). С. 24–26.
- Митрофанов Д.В. Качество зерна мягкой пшеницы на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья / Д.В. Митрофанов, В.Ю. Скороходов, Ю.В. Кафтан [и др.] // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2014. № 4(37). С. 41–46.
- Митрофанов Д.В., Кафтан Ю.В. Повышение продуктивности шестипольных севооборотов в степной зоне Южного Урала // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 4 (60). С. 8–10.
- Зоров А.А., Скороходов В.Ю. Влияние предшественников и удобрений на продуктивность яровой мягкой пшеницы севооборотах с короткой ротацией и при бессменном её возделывании на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья // Современные технологии в сельском хозяйстве: матер. междунар. науч.-практич. конф., посвящ. 70-летию Оренбургского НИИ сельского хозяйства / Российская академия сельскохозяйственных наук; ГНУ Оренбургский научно-исследовательский институт сельского хозяйства. Оренбург, 2007. С. 299–303.
- Хохлов В.И. Многолетний люпин повышает плодородие почв // Земледелие. 1990. № 1. С. 37–39.
- Столяров О.В. Зерновые предшественники и фоны питания яровой пшеницы // Земледелие. 2004. № 4. С. 19.
- Минушев Ф.Х., Шарифуллин Л.Р. На основе научно-технического прогресса // Высокие урожаи яровой пшеницы. М.: Колос, 1975. С. 264–281.
- Аникеев Е.П. Культура яровой пшеницы по различным предшественникам в зоне каштановых почв Волгоградской области: дис. ...канд. с.-х. наук. Волгоград, 1966. 212 с.
- Вражнов А.В., Шиятый Е.И., Медведев А.Г. Содержание белка в зерне – функция трёх составляющих // Главный агроном. 2004. № 11. С. 5–7.