

Влияние культур и агротехнологий на продуктивность звеньев севооборотов в условиях степной зоны Южного Урала

А.В. Халин, к.с.-х.н., ФГБУН Оренбургский ФИЦ УрО РАН

Чередование культур на полях осознанно применялось человеком с момента зарождения примитивных систем земледелия, неся в основе своей уровень познания, основанный на практическом опыте [1].

В современных условиях земледелия севооборот представляет агроэкосистему с научно и экономически обоснованным составом чередующейся флоры и фауны на определённой территории. Севооборот является основой сбалансированности круговорота веществ и энергии, обеспечивающих регуляцию, восстановление и устойчивость экосистем, системы обработки почвы, удобрений и

защиты растений. Он позволяет оптимизировать условия возделывания культур при современных средствах интенсификации земледелия, снижая возможное негативное влияние на почву, атмосферу и грунтовые воды, оказывая положительное влияние на количество и качество сельскохозяйственной продукции. Важно отметить, что выполняя вышеперечисленные функции, севооборот по своей сути является основой применяемой системы земледелия, не требующей дополнительных финансовых вложений для создания экологически благоприятных условий землепользования [2–4].

Оренбургская область входит в число засушливых регионов в России с максимально выраженными климатическими рисками значительных

недоборов урожайности. Недостаточные условия увлажнения с повышенной ветровой активностью, резко выраженным дефицитом влажности воздуха, обусловленным господством высоких летних температур, ограниченными атмосферными осадками являются наиболее важной особенностью богарного земледелия в регионе [5, 6].

Всестороннее изучение многообразия условий высокопродуктивного земледелия свидетельствует о большой значимости биологических факторов, уменьшающих величину разорванности круговорота веществ и энергии в агроценозах. Состав и чередование культур в севооборотах на принципах плодосмена, а также использование нетоварной части урожая и сидератов в качестве удобрений, максимально используя при этом симбиотическую и ассоциативную азотофиксацию, согласно данным многочисленных исследователей являются наиболее важными и доступными факторами биологизации земледелия [4, 7, 8].

Материал и методы исследования. Объектом исследования являлись звенья севооборотов, в состав которых входили культуры, различающиеся по биологическим признакам и хозяйственному использованию, с разными сроками посева и уборки, системой удобрений, обработки почвы и различными приёмами накопления органического вещества в почве (табл. 1). Способы основной обработки почвы включали вспашку с оборотом пласта на глубину 28–30 см под первые культуры, 23–25 см – вторые, 25–27 см – третьи и 20–22 см – четвёртые культуры севооборота. Оценка продуктивности отдельных культур и звеньев севооборотов осуществлялась как по урожайности натуральной продукции и выходом сухого вещества, так и по сбору кормовых единиц и переваримого протеина.

Результаты исследования. Результаты многолетнего исследования, проводимого в условиях засушливой степи Оренбуржья на южном

среднемощном карбонатном тяжелосуглинистом чернозёме, в различных звеньях севооборотов с разнообразными приёмами накопления органического вещества в почве (табл. 1), свидетельствуют о прямой зависимости агрофизических свойств почвы от воздействия погодных условий, морфологических особенностей культур и технологии их возделывания.

Весной в период посева ранних яровых культур и начала отрастания многолетних трав агрофизические свойства почвы имели оптимальные показатели. Плотность сложения в слое 0–30 см не превышала 1,16–1,18 г/см³, при общей пористости 55–53% и пористости аэрации 15–13% в условиях влажности, равной наименьшей влагоёмкости. Интенсивные предпосевные культивации при уменьшающейся влажности почвы вследствие испарения на фоне высоких значений температуры воздуха способствовали её уплотнению до критических значений – 1,25 г/см³ и уменьшению пористости аэрации до 11–13% к периоду посева поздних яровых культур – гречихи, проса, суданской травы летнего срока посева, в том числе и озимых зерновых по чистому пару.

В период посева поздних яровых культур оптимальная плотность почвы сохранялась в посевах многолетних трав и донника второго года жизни, её значения не превышали 1,24–1,25 г/см³.

В условиях засушливого лета происходило значительное уплотнение почвы, объёмная масса достигала 1,3–1,33 г/см³, однако после выпавших осадков происходило её разуплотнение.

Потери влаги до посева ранних яровых культур составляли в среднем 1,5 мм, продуктивные её запасы при этом не превышали 100–120 мм. К периоду посева поздних яровых потери влаги часто превышают 3 мм в сутки с сохранением продуктивной влаги в количестве 95–110 мм. В засушливые годы вероятность ухудшения агро-

1. Схема чередования культур и система удобрений

Звено севооборота, №	Первые культуры	Вторые культуры	Третьи культуры	Четвертые культуры
1 (контроль)	чёрный пар (навоз 30 т/га, P ₉₀ K ₆₀)	озимая рожь (солома + N ₂₀)	просо	яровая пшеница твердая (солома + N ₂₀)
2	занятый пар летним посевом суданской травы на сено (навоз 30 т/га, P ₉₀ K ₆₀)	яровая пшеница твёрдая (солома + N ₂₀)	просо	яровая пшеница мягкая (солома + N ₂₀)
3	суданская трава + донник летнего посева (P ₉₀ K ₆₀)	донник на зелёную массу (2-й укос на сидерат)	просо	яровая пшеница мягкая (солома + N ₂₀)
4	кукуруза на зерно (P ₉₀ K ₆₀ под кукурузу, стебли + N ₂₀ под пшеницу)	яровая пшеница (солома + N ₂₀)	гречиха (солома + N ₂₀)	яровая пшеница мягкая (солома + N ₂₀)
5	ячмень на зерно + донник (P ₉₀ K ₆₀)	донник на сено в занятом пару	просо	яровая пшеница мягкая (солома + N ₂₀)
6	ячмень + горох на зерносеяж в занятом пару (P ₉₀ K ₆₀ осенью)	яровая пшеница (солома + N ₂₀)	просо	яровая пшеница мягкая (солома + N ₂₀)
7	ячмень + многолетние травы (P ₉₀ K ₆₀)	многолетние травы 2-го года жизни	многолетние травы 3-го года жизни	многолетние травы 4-го года жизни

физических показателей почвы значительно возрастает, а к моменту уборки плотность слоя почвы 0–30 см может достигать 1,3–1,5 г/см³.

В результате проведения исследования установлено, что при учёте всей основной и побочной продукции самый большой сбор сухого вещества обеспечили звенья севооборота № 6 – 155,1 ц/га и № 4 – 151,3 ц/га (табл. 2).

Наибольший выход кормовых единиц имело пропашное звено (№ 4) – 128 ц/га, при использовании листостебельной массы кукурузы на кормовые цели. Далее по выходу кормовых единиц следовали звенья № 6 и № 5: ячмень + горох на зерносеяж – яровая пшеница – просо – яровая пшеница – 106,2 ц/га и ячмень на зерно + донник – донник второго года жизни – просо – яровая пшеница – 104,0 ц/га.

Самый большой выход переваримого протеина, а также кормопротеиновых единиц обеспечили звенья, включающие бобовые культуры (донник и горох).

Максимальный сбор комовых единиц среди первых культур севооборота принадлежал посевам кукурузы на зерно с использованием листостебельной массы – 68,6 ц/га.

Несмотря на высокую продуктивность озимой ржи общая продуктивность первого звена: черный пар – озимая рожь – просо – яровая пшеница твердая была одна из самых низких. Сбор кормовых единиц в звене составил 92,2 ц/га, переваримого

протеина – 7,3 ц/га и 83 ц/га кормопротеиновых единиц. Важной особенностью звена является высокая степень минерализации гумуса в период парования. Сбалансировать процесс возможно путём использования побочной продукции в звене в качестве удобрений, пополняя количество поступающего в почву органического вещества, однако при этом значительно снизится продуктивность и экономическая эффективность звена.

Яровая пшеница мягкая, возделываемая второй культурой в севооборотах, наиболее высокий урожай основной и побочной продукции сформировала после кукурузы, общий урожай сухого вещества составил соответственно – 26,0 и 22,3 ц/га. Азотные удобрения (20 кг/га действующего вещества), вносимые в почву для увеличения активности разложения органического вещества, поступающего с листостебельной массой кукурузы, оказывали положительное влияние на продуктивность следующих в звене культур.

Среди изучаемых звеньев севооборота наибольшую урожайность сухого вещества основной и побочной продукции яровая пшеница мягкая сформировала в звене № 4: кукуруза на зерно – яровая пшеница – гречиха – 25,4 ц/га, где ежегодно в почву совместно с минеральными удобрениями поступали растительные остатки (листочастная масса кукурузы, солома яровой пшеницы и гречихи). Далее следовали звенья с оборотом пласта донника: № 5 (ячмень на зерно + донник –

2. Продуктивность звеньев севооборотов в среднем за три года, ц/га

Звено севооборота, №	Вид продукции	Урожайность сухого вещества	Выход кормовых единиц	Выход переваримого протеина	Выход кормопротеиновых единиц
1) пар чёрный – озимая рожь – просо – яровая пшеница твёрдая	зерно	48,9	59,0	5,3	56,3
	солома	91,4	33,2	2,0	26,7
	всего	140,3	92,2	7,3	83,0
2) пар, занятый суданской травой – яровая пшеница твёрдая – просо – яровая пшеница мягкая	зерно	34,7	42,8	4,3	43,2
	солома	52,4	20,8	1,3	17,4
	зелёная масса	54,0	39,2	3,7	38,2
всего	141,1	102,8	9,3	98,8	
3) суданская трава + донник – донник 2-го года жизни – просо – яровая пшеница мягкая	зерно	19,1	21,2	1,7	19,5
	солома	35,2	17,7	1,1	14,9
	зелёная масса	80,7	59,0	8,7	73,1
всего	135,0	97,9	11,5	107,5	
4) кукуруза на зерно – яровая пшеница – гречиха – яровая пшеница мягкая	зерно	50,8	77,0	5,4	66,4
	солома	100,5	51,0	3,5	41,0
	всего	151,3	128,0	8,9	107,4
5) ячмень на зерно + донник – донник 2-го года жизни – просо – яровая пшеница мягкая	зерно	33,1	39,2	3,2	36,2
	солома	54,8	25,8	1,6	21,0
	зелёная масса	53,3	39,0	8,4	62,3
всего	141,2	104,0	13,2	119,5	
6) ячмень + горох – яровая пшеница – просо – яровая пшеница мягкая	зерно	29,6	35,9	3,3	34,5
	солома	49,4	21,1	1,3	17,5
	зелёная масса	76,1	49,2	8,3	66,5
всего	155,1	106,2	12,9	118,5	
7) ячмень + многолетние травы – многолетние травы 2-го года жизни – многолетние травы 3-го года жизни – многолетние травы 4-го года жизни	зелёная масса	118,1	79,63	15,74	118,8

донник на сено в занятом пару — просо), а также № 3 (суданская трава + донник — донник на зелёную массу, 2-й укос на сидерат), в которых урожайность яровой пшеницы мягкой составляла соответственно 21,8 и 21,4 ц/га. Продуктивность яровой пшеницы в звеньях с занятым паром была ниже, чем в пропашном и звеньях с оборотом донника. Урожайность сухого вещества её основной и побочной продукции в звеньях севооборота № 2 и № 6 составляла 19,8 и 19,3 ц/га соответственно.

Оценку культур и звеньев севооборотов в современных условиях земледелия важно осуществлять не только с учётом потенциальной урожайности, выхода кормовых и кормопротеиновых единиц, но их влияния на количество и качество поступающего в почву органического вещества с растительными остатками и биомассой возделываемых культур, оказывающих большое воздействие на плодородие почвы.

Результаты проводимого нами исследования в изучаемых звеньях севооборотов показали, что по общему поступлению и накоплению органического вещества в почве наиболее эффективным было звено № 7 с многолетними травами (ячмень с подсевом многолетних трав — многолетние травы 2-го года жизни — многолетние травы 3-го года жизни), где в среднем за три года исследования в почву поступило свыше 270,8 ц/га абсолютно сухого вещества пожнивно-корневых остатков.

Большое поступление общего количества органических веществ имело пропашное звено (кукуруза на зерно — яровая пшеница — гречиха — яровая пшеница), а также звено с занятым паром суданской травой и донником — донник 2-го года жизни — просо — яровая пшеница, в которых среднее за три года количество пожнивно-корневых остатков составляло соответственно 234,6 и 2129,4 ц/га. Паровое звено (пар чёрный — озимая рожь — просо — яровая пшеница) несмотря на внесение соломы озимой ржи и яровой пшеницы в почву уступало звену с занятым паром по общему количеству растительных остатков (190 ц/га).

Наименьшее поступление органических веществ из растительных остатков отмечалось в звене № 3 севооборота (летний посев суданской травы с донником — донник 2-го укоса — просо — яровая пшеница (181,4 ц/га), а также в звене № 5 (ячмень на зерно + донник — донник 2-го года пользования — просо — яровая пшеница (177,1 ц/га), где весь урожай надземной массы полевых культур, имея хозяйственное назначение, не использовался для внесения в почву.

Выводы. Результаты исследования свидетельствуют о высокой продуктивности севооборотов, включающих кормовые бобовые и зернобобовые

культуры, а также их смеси, позволяющие значительно увеличить сбор кормовых, кормопротеиновых единиц и переваримого протеина, оказывающих положительное влияние на плодородие почвы и экологическое состояние агроценозов. Экономически привлекательным и экологически обоснованным является увеличение в структуре севооборотов площади посева кукурузы на зерно.

По количеству поступающих в почву пожнивно-корневых остатков полевые культуры расположены в следующем порядке с убывающей последовательностью: многолетние травы, суданская трава в занятом пару, донник 2-го года хозяйственного использования, озимая рожь, кукуруза на зерно, гречиха, просо, яровая пшеница твёрдая, яровая пшеница мягкая.

В целях экономической целесообразности и хозяйственной эффективности наиболее привлекательным является диверсифицированный подход к составлению севооборота с включением в структуру набора теплолюбивых и холодостойких культур с разными сроками посева и уборки, разными жизненными циклами, учитывая специализацию хозяйства, широким использованием посевов многолетних, особенно бобовых трав, и их смесей; использованием покровных сидеральных и промежуточных культур. Рекомендуется максимально использовать продукцию, не представляющую большую экономическую ценность, для пополнения органического вещества в почве (пожнивные остатки, внесение соломы и листостебельной массы культур), одновременно рационально использовать минеральные удобрения и средства защиты растений, применять технологии сберегающего земледелия.

Литература

1. Воробьёв С.А. Севообороты в специализированных хозяйствах Нечерноземья. М.: Россельхозиздат, 1982. 216 с.
2. Земледелие / С.А. Воробьёв, А.Н. Каштанов, А.М. Лыков [и др.] / под ред. С.А. Воробьева. М.: Агропромиздат, 1991. 527 с.
3. Лобков В.Т. Биологизация земледелия и почвозащитный комплекс // Земледелие. 1997. № 1. С. 15.
4. Халин А.В. Продуктивность культур и накопление пожнивных и корневых остатков в различных звеньях севооборотов на южных чернозёмах Предуралья Оренбургской области: дис. ... канд. с.-х. наук. Оренбург, 2000. 209 с.
5. Максютов Н.А., Кремер Г.А. Сидераты защищают почву от эрозии и повышают плодородие // Земледелие. 1997. № 2. С. 58.
6. Насыров Д.К. Динамика запасов продуктивной влаги чернозёмов южных в полевых севооборотах засушливой степи Оренбургского Предуралья: дис. ... канд. с.-х. наук. Оренбург, 2005. 214 с.
7. Халин А.В. Оценка влияния культур и звеньев севооборотов на количество органического вещества, поступающего в почву с растительными остатками, на чернозёмах южных Оренбургской области / А.В. Халин, Ф.Г. Бакиров, Ю.М. Нестеренко [и др.] // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2016. № 1. С. 2.
8. Халин А.В. Продуктивность культур и звеньев севооборотов на южных чернозёмах Оренбуржья / А.В. Халин, Ф.Г. Бакиров, Ю.М. Нестеренко [и др.] // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2017. № 1. С. 4.