

4.Казанцев В.П. Соя– один из лучших предшественников яровых зерновых /В.П. Казанцев, Л.В. Воробьёва, А.И. Кузнецов // Биологические и экологические проблемы земледелия Поволжья.- Чебоксары: ЧГСХА.- 2010. С. 116-119.

УДК 631.58

ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ КУЛЬТУР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЧЕРЕДОВАНИЯ В СЕВООБОРОТНЫХ РОТАЦИЯХ

*А. Х. Куликова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
ФГОУ ВПО «Ульяновская государственная
сельскохозяйственная академия»
тел. 8(8422)55-95-68, agroec@yandex.ru*

Ключевые слова: сельскохозяйственные культуры, урожайность, предшественники, севооборот, севооборотная ротация.

Статья посвящена оценке формирования урожайности сельскохозяйственных культур в различных севооборотах и бессменных посевах. Работа выполнена в 1988–1995 гг. под научным руководством профессора В. И. Морозова, за что автор приносит ему глубокую благодарность. В полном виде результаты её публикуются впервые и надеюсь, не потеряли свою актуальность и сегодня.

Введение. Устойчивое функционирование агроэкосистем, формирование высокой урожайности в них и обеспечение воспроизводства плодородия почвы возможно лишь при оптимальном соотношении и чередовании культур в севооборотных ротациях. Севооборот оказывает многостороннее влияние на почвенно-биотический комплекс агроэкосистем и позволяет регулировать в них накопление биогенных ресурсов и рационально использовать на основе системно-энергетического под-

хода [1]. Установлено, что «во всех зонах страны при самом высоком уровне интенсификации земледелия мелиорация, применение удобрений, пестицидов, регуляторов роста растений не может заменить высокую эффективность правильного, научно обоснованного севооборота» [2]. При этом многие вопросы севооборота, особенно вопросы, касающиеся роли предшественников для каждой культуры и влияния её на плодородие почвы, размеров растительных остатков, поступающих после них в почву, определения оптимальной доли чистых и занятых паров, многолетних и однолетних трав в региональных условиях остаются противоречивыми и дискуссионными, требующими глубокого изучения [2,3,4,5].

В связи с вышеизложенным целью наших исследований являлось изучение формирования урожайности культур в зависимости от чередования в севооборотных ротациях.

Материалы и методы исследований. Изучение продуктивности агроэкосистем и влияния создаваемых в них биогенных ресурсов на плодородие чернозема проводилось на базе экспериментальных севооборотов, заложенных и освоенных в 1975 году на опытном поле агрономического факультета под руководством доктора сельскохозяйственных наук, профессора, Заслуженного деятеля науки и техники Ульяновской области, Почетного работника высшего профессионального образования РФ Владимира Ивановича Морозова. Изучались следующие севообороты: зернопаровой (1-й севооборот) – пар чистый – озимая рожь – яровая пшеница – овес; зерновой (3-й) – горох – озимая рожь – яровая пшеница – овес; зернотравяной (5-й) горох – озимая рожь – викоовсяная смесь – люцерна (выводное поле) – яровая пшеница; зернопропашной (6-й) – горох – озимая рожь – яровая пшеница – кукуруза – овес, а также бессменные посевы гороха, озимой ржи, яровой пшеницы, ячменя, овса и кукурузы.

Возделывание культур в опытах осуществлялось на фоне минеральных удобрений с расчетом получения планируемых урожаев. Во всех севооборотах, кроме зернотравяного, в каче-

стве органических удобрений использовали навоз из расчета 8–10 т/га севооборотной площади, солому зерновых культур и гороха. Для защиты посевов применялись агротехнические и химические средства в соответствии с технологическими требованиями.

Организация полевых опытов, проведение наблюдений, лабораторных анализов осуществлялись в соответствии с методическими требованиями.

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты исследований показали, что предшественники и севооборотные ротации оказывают неоднозначное влияние на формирование урожайности культур (табл. 1). Размещение озимой ржи по чистому пару, благодаря лучшей влагообеспеченности посевов, позволяет получать стабильно высокие урожаи на уровне 4,5–5,0 т/га. Исключение составил резко засушливый 1995 год, когда урожайность ее более, чем в два раза, была ниже средней за 1988–1995 годы.

Таблица 1 - Урожайность культур в севооборотах за 1988–1995 гг., т/га

Культуры в порядке чередования	Годы исследований								
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	средняя
Озимая рожь по чистому пару	5,09	3,18	6,36	5,14	4,52	4,53	4,88	1,94	4,46
Яровая пшеница	3,64	2,76	4,77	2,69	4,46	2,78	4,02	1,13	3,28
Овес	4,09	2,98	4,43	2,10	4,56	3,25	3,76	1,31	3,31
По первому севообороту	4,27	2,97	5,19	3,31	4,51	3,52	4,22	1,46	3,68
Горох	3,13	1,92	3,13	1,89	2,42	1,51	0,65	0,86	1,94
Озимая рожь	4,78	2,99	6,06	4,67	4,92	4,02	4,17	2,46	4,26
Яровая пшеница	3,82	2,77	4,97	2,90	5,01	2,92	4,17	1,13	3,46

Овес	4,39	2,99	4,59	2,30	4,66	3,62	3,94	1,34	3,48
По третьему севообороту	4,03	2,67	4,68	2,94	4,25	3,02	3,23	1,45	3,29
Горох	3,67	1,91	3,53	2,03	2,58	1,65	0,93	1,04	2,17
Озимая рожь	4,79	2,98	5,93	4,43	5,06	3,92	4,08	2,53	4,29
Вика+овес (з/м)	23,3	39,0	40,0	26,9	34,3	40,7	37,2	13,6	31,9
Люцерна (выв. поле, з/м)	17,1	58,6	65,9	33,6	14,1	46,6	36,5	28,6	37,6
Яровая пшеница	3,75	2,86	5,06	2,95	5,18	2,95	4,01	1,25	3,50
По пятому севообороту	4,07*	2,58	4,84	3,14	4,27	2,84	3,01	1,61	3,32
Горох	3,49	2,09	3,48	2,13	2,51	1,67	0,81	0,95	2,14
Озимая рожь	4,67	2,79	5,98	4,53	4,81	3,75	4,18	2,38	4,14
Яровая пшеница	3,79	2,80	4,98	2,88	4,95	3,01	4,14	1,08	3,44
Кукуруза (з/м)	48,7	80,8	35,5	39,4	41,4	46,2	36,2	40,2	46,1
Овес	4,10	2,75	4,46	2,79	4,88	3,11	3,64	1,20	3,37
По шестому севообороту	4,01*	2,60	4,72	3,08	4,29	2,89	3,19	1,40	3,27

* Средняя урожайность зерновых.

Тем не менее, даже в этом случае, когда за вегетационный период выпало всего 101 мм осадков, она составила в севооборотах 1,94–2,53 т/га, что в 2–3 раза выше урожайности яровых зерновых культур за этот год. Последнее говорит о высокой продуктивности и достаточной стабильности урожаев озимой ржи в лесостепи Поволжья. В связи с этим, по обобщению [6] исследований по изучению формирования урожайности озимых культур в Поволжье, доля их в лесостепной зоне должна составлять не менее 25–28 % от площади пашни.

Урожайность озимой ржи при размещении ее после гороха ненамного уступала чистому пару и за 1988–1995 годы со-

ставляла в зерновом севообороте 4,26 т/га, зернотравяном 4,29 т/га, зернопропашном 4,14 т/га. Более того, в отдельные годы она была на 0,29–0,59 т/га выше по занятому пару (1992 и 1995 годы). Последнее объясняется тем, что оптимальная влагообеспеченность при посеве озимых в предшествующие годы (1991 и 1994, в слое 0–20 см соответственно 37–45 и 43–50 мм) способствовала тому, что всходы озимых по занятому пару в период первоначального развития не уступали чистому пару. Однако продолжительная теплая осень в условиях хорошей влагообеспеченности вызвала перерастание озимых, особенно по чистому пару (вплоть до выхода в трубку), что в свою очередь сопровождалось плохой их перезимовкой. Посевы озимых по занятому пару в таких условиях меньше поражались снежной плесенью и не вымерзали.

Таким образом, в условиях лесостепи Поволжья при наличии достаточных запасов влаги перед посевом урожайность озимой ржи по занятым парам мало уступает по продуктивности чистому пару. Аналогичные результаты были получены в условиях южной части лесостепи Заволжья Самарской области [7]. При этом автор считает, что для получения нормальных всходов озимых при посеве по занятому пару в пахотном слое должно содержаться не менее 25–30 мм доступной влаги.

Положительное влияние гороха как предшественника озимых сказалось на второй культуре. Урожайность яровой пшеницы во всех севооборотах при размещении ее по озимым после гороха выше, чем по озимым после чистого пара от 0,15 до 0,55 т/га. В среднем за 8 лет разница составляет 0,16–0,22 т/га. Следовательно, горох, как предшественник озимых в условиях лесостепи Поволжья, при использовании навоза, соломы и минеральных удобрений по последствию превышает чистый пар. По данным Украинского НИИГиС, зернобобовые как предшественники озимых также не уступали по последствию чистому пару, зачастую превосходили [8].

Наибольшая урожайность яровой пшеницы в среднем за годы исследований – 3,74 т/га – получен в зернотравяном сево-

обороте, где она размещалась после вико-овсяной смеси и после люцерны. При этом при размещении после люцерны в 1992 году урожайность достигла 5,18 т/га и превысила урожайность озимой ржи. Последнее показывает целесообразность размещения яровой пшеницы после многолетних трав.

Анализ урожайности овса в севооборотах показал неравноценное последствие чистого пара и гороха и на эту культуру в севообороте. В среднем за 1988–1995 годы наибольшая урожайность овса сформировалась в зерновом севообороте, где она составила 3,48 т/га, что на 0,17 т/га выше зернопарового севооборота. В отдельные годы наблюдалась существенная разница в урожайности овса между зернопаровым и зернопропашным севооборотами в пользу последнего. Например, в 1991 году урожайность овса в зернопропашном севообороте составила 2,79 т/га, в зернопаровом 2,10 т/га, в 1992 году соответственно 4,88 и 4,56 т/га. Таким образом, положительное влияние гороха как предшественника озимых сказывается и на урожайности третьей культуры.

О высокой эффективности зернобобовых (гороха) в занятом пару свидетельствуют многолетние исследования ВНИИЗБК и других научных учреждений [9,10,11,12].

Положительное последствие гороха на урожайность яровой пшеницы и овса, по-видимому, объясняется тем, что в почву поступают растительные остатки с узким отношением углерода к азоту (28:1 в наших опытах), более высоким содержанием азота (до 1,5 % и более), водорастворимых соединений углерода, сравнительно низким содержанием лигнина. Растительные остатки, богатые биологически нестойкими формами органических соединений, подвергаются быстрому микробиологическому окислению, высвобождая элементы питания для последующих культур. По данным Fougeroux и др. [13], при разложении растительных остатков гороха в почву поступает на 15–20 единиц азота больше по сравнению с зерновыми культурами. По исследованиям В.И. Морозова и др. [14] после зернобобовых повышается активность ферментов, связанных с превра-

щением гумусовых веществ, полифенолоксидазы и, особенно, дегидрогеназы, которая характеризует общую биологическую активность почвы.

Следует отметить, что урожайность гороха в зерновом севообороте при уровне концентрации его посевов 25 % ежегодно достоверно была ниже, чем при размещении его в пятипольных севооборотах с уровнем концентрации 20 %. В среднем за годы исследований разница составляет 0,18–0,20 т/га. По исследованиям В.И. Морозова и др. [15] при доле гороха в севооборотах более 20 % происходит накопление патогенных грибов рода *Fusarium* и *Aphanomyces* и поражение растений корневыми гнилями, что приводит к снижению урожайности культуры. Учеными ВИЗР установлено, что степень насыщения севооборотов зернобобовыми должна быть ограничена в Среднем Поволжье 15–20 %, в центральных районах Нечерноземной зоны 8–12 %, Нижнем Поволжье, Западной Сибири, Северном Казахстане доля гороха в севооборотах может достигать 25–30 % [12].

Французские ученые [13,16,17] также, высоко оценивая роль гороха в качестве предшественника озимых, отмечают снижение урожайности, если доля его в севообороте превышает 25 %. Причина снижения урожайности – поражение корней грибными заболеваниями и нематодами. По исследованиям А.П. Исаева [10] возвращение гороха на прежнее место через 6 лет не защищало его посевы от этих заболеваний.

Средняя урожайность зерновых культур в зернопаровом севообороте составляла 3,68, зерновом 3,29, зернопропашном 3,27, зернотравяном 3,32 т/га. Разница в пользу зернопарового севооборота по годам находилась на уровне 0,26–0,51 т/га. Однако следует учитывать, что введение гороха в севооборот вместо чистого пара позволяет в зерновом севообороте получать на 1 ц недобора зерна озимой ржи в среднем за 8 лет 0,97 т зерна гороха, что приводит к повышению его как зерновой, так и белой продуктивности.

А.П. Исаев и А.М. Платонов [12] также считают, что включение в севооборот зернобобовых позволяет насыщать его зер-

новыми до 80–100 % и увеличить сбор зерна на 7–8 ц/га севооборотной площади.

Данные таблицы 1 показывают, что в условиях лесостепи Поволжья возможно получение достаточно высоких урожаев зеленой массы люцерны, вико-овсяной смеси и кукурузы на уровне 25,0–45,0 т/га. Даже в условиях вегетационного периода 1995 года урожайность вико-овсяной смеси составила 13,6 т/га, люцерны 28,6 т/га, кукурузы 40,2 т/га. В отдельные годы урожайность люцерны и вико-овсяной смеси превышала урожайность зеленой массы кукурузы, а влияние их на плодородие почвы далеко неравноценно.

Таблица 2 – Урожайность полевых культур при возделывании в севооборотах и бессменных посевах за 1988–1995 гг.

Культура	Урожайность, т/га		Разница в пользу севооборота	
	в среднем по севооборотам	бессменно	т/га	%
Горох	2,08	1,29	0,79	38,0
Озимая рожь	4,29	2,77	1,52	35,4
Яровая пшеница	3,42	1,73	1,70	49,4
Овес	3,39	2,19	1,20	35,4
Кукуруза	46,1	39,2	6,9	15,0

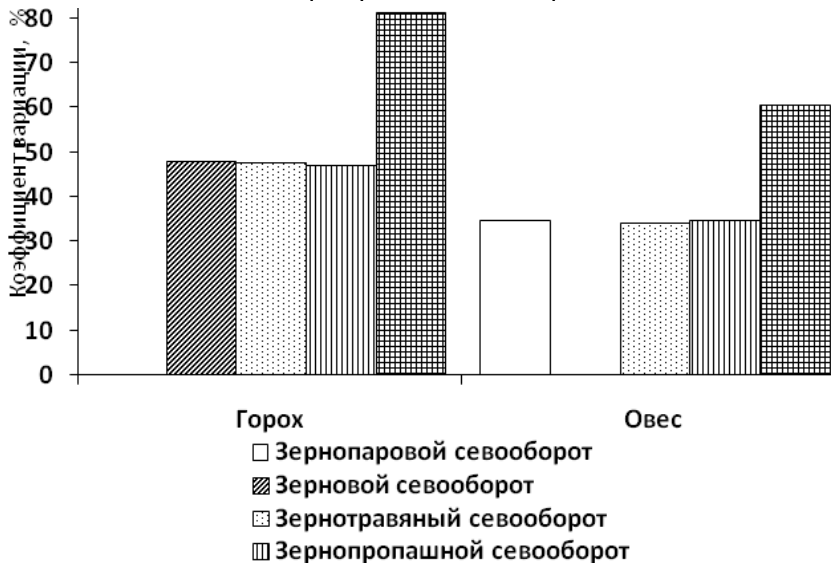
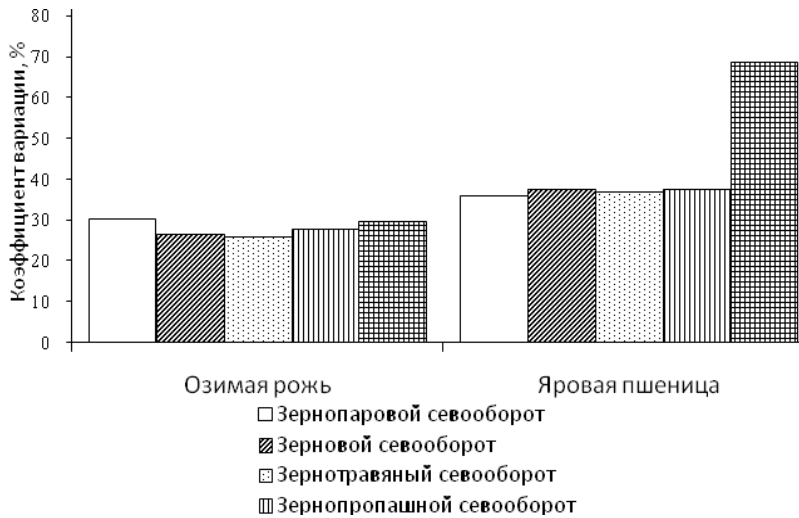
Таким образом, в севооборотах на черноземе выщелоченном лесостепи Поволжья при совместном внесении навоза, соломы и минеральных удобрений возможно получение урожая озимых культур на уровне 4,5–5,0 т/га, яровых зерновых 3,5–4,0 т/га, зернобобовых (гороха) 2,5–3,0 ц/га, зеленой массы люцерны, вико-овсяной смеси, кукурузы 25,0–45,0 т/га. Сравнение урожайности культур в севооборотных ротациях и бессменных посевах показывает бесспорное преимущество первых (табл. 2).

При этом урожайность гороха в пользу севооборота составила 0,79 т/га или 38,0 %, озимой ржи 1,52 т/га или 35,4 %, кукурузы 6,9 т/га или 15,0 %.

яровой пшеницы 1,70 т/га или 49,4 %, овса и кукурузы 1,20 и 6,9 т/га или 35,4 и 15 %. Более того, в отдельные годы наблюдалась гибель посевов при бессменном возделывании: в 1994–1995 годах гороха из-за поражения афаномицетной корневой гнилью, в эти же годы яровой пшеницы и в 1995 году овса из-за сильной засоренности овсюгом. Таким образом, бессменное возделывание неизбежно приводит к снижению урожайности культур, что связано с повышением инфекционной нагрузки на растения и снижением их конкурентоспособности по отношению к сорнякам в борьбе за факторы жизни.

Основным критерием экологической устойчивости агроэкосистем является не только высота урожая, но и стабильность урожайности по годам. Как уже отмечалось выше, неустойчивость увлажнения и крайне неравномерное выпадение осадков, особенно жестокая засуха 1995 года, привели к значительным колебаниям урожайности культур по годам. Так, урожайность гороха в севооборотах изменялась от 0,65 до 3,67 т/га, озимой ржи от 1,90 до 6,36 т/га, яровой пшеницы от 1,13 до 5,18 т/га, овса от 1,20 до 4,88 т/га, зеленой массы кукурузы от 35,5 до 80,8 т/га, вико-овсяной смеси от 13,6 до 40,0 т/га, люцерны от 14,1 до 63,9 т/га.

Оценка урожайности по таким показателям, как размах варьирования и коэффициент вариации (рис.) показала, что при большой изменчивости по годам в севооборотах она была подвержена значительно меньшему варьированию по сравнению с бессменными посевами. Особенно показательны в этом отношении коэффициенты вариации яровой пшеницы, гороха и овса. Коэффициенты вариации яровой пшеницы в севооборотах составили от 36,0 до 37,6 %, тогда как в бессменных посевах 68,8 %, гороха соответственно 47,2–48,0 и 81,4 %, овса 34,2–34,6 и 60,6 %. Эти данные убедительно показывают, что севооборот является гарантией реализации не только продуктивного потенциала растений, но и устойчивости агроэкосистем.



Следует отметить, что в зернотравяном севообороте наблюдалась тенденция к большей стабильности урожайности зерновых культур по годам.

Варьирование урожайности зерновых культур и гороха в

севооборотах и бессменных посевах за 1988–1995 гг.

Заключение. Таким образом, на черноземе выщелоченном лесостепи Поволжья при чередовании в севооборотных ротациях на фоне совместного применения навоза, соломы и минеральных удобрений может быть достигнута достаточно высокая и устойчивая урожайность полевых культур: озимых на уровне 4,5–5,0 т/га, зерновых и зернобобовых 3,5–4,5 т/га, зеленой массы кукурузы 40,0–45,0 т/га. Бессменное возделывание неизбежно приводит к снижению урожайности культур: до 0,8–1,7 т/га зерновых и зернобобовых культур, 6,0–7,0 т/га зеленой массы кукурузы и люцерны. Урожайность озимой ржи по гороху при условии достаточных запасов продуктивной влаги перед посевом мало уступает чистому пару. Последействие гороха как предшественника озимых на урожайность последующих культур превышает чистый пар: на 0,16–0,22 т/га за 1988–1995 гг. по второй культуре (яровая пшеница) и на 0,17 т/га по третьей (овес). Уровень концентрации посевов гороха в севооборотах при наличии афаномицетной и фузариозной корневых гнилей не должен превышать 16,6–20,0 %. Лучшим предшественником яровой пшеницы в экологических условиях лесостепи Поволжья являются многолетние травы. Агрэкосистемы значительно более устойчивы при чередовании в севооборотных ротациях.

Автор благодарит доцента Подсевалова М.И. за плодотворное сотрудничество при проведении исследований.

Библиографический список:

1. Морозов, В. И. Продуктивность агроэкосистем и энергетика плодородия чернозема лесостепи Поволжья/ В. И. Морозов // Проблемы экологии Ульяновской области. Ульяновск, 1997. С.108–109.
2. Лошаков, В. Г. Проблемы теории и практики севооборота /В. Г. Лошаков //Теория и практика современного севооборота. М.:Изд-во МСХА, 1996. С. 9–14.
3. Лошаков, В. Г. Севооборот и биологизация земледелия /В. Г. Лошаков //Вестник с.-х. науки, 1992. № 2. С. 19–25.

4. Корчагин, В. А. Основные итоги исследований по научным основам построения полевых севооборотов в Черноземной степи Среднего Поволжья / В. А. Корчагин, Н. А. Неясов // Теория и практика современного севооборота. М.: Изд-во МСХА, 1996. С. 118–125.
5. Дудкин, В. М. Некоторые итоги исследований по проблеме севооборотов в ЦЧО / В. М. Дудкин, А. С. Акименко, В. Т. Лобков, В. А. Белогуров // Теория и практика современного севооборота. М.: Изд-во МСХА, 1996. С. 81–88.
6. Унгенфухт, Е. Ф. Нужна ли в Поволжье озимая рожь? / Е. Ф. Унгенфухт, Ч. С. Бамбышев, Ю. Ф. Курдюков, Ю. М. Возняковская, Ж. П. Попова // Земледелие, 1994. № 1. С. 39–40.
7. Авраменко, Р. В. Зерновые севообороты в лесостепи Заволжья / Р. В. Авраменко // Земледелие, 1986. № 5. С. 34–35.
8. Литвинюк, Р. С. Влияние зернобобовых культур на продуктивность севооборотов / Р. С. Литвинюк // Лекция. Харьков, 1989. 30 с.
9. Исаев, А. П. Достижение и перспективы исследований по технологии возделывания зернобобовых культур / А. П. Исаев // Селекция, семеноводство и технологии зернобобовых культур: Сб. науч. тр. Орел, 1985. С. 34–38.
10. Исаев, А. П. Агротехническая и энергосберегающая роль зерновых бобовых культур в лесостепной зоне европейской части России / А. П. Исаев: Автореф. дис. ... доктора с.-х. наук. Немчиновка, Московская обл., 1994. 46 с.
11. Петрова, Н. В. Последствие почвозащитной технологии возделывания гороха, предшественника озимой пшеницы на засоренность и поражаемость ее вредителями и болезнями / Н. В. Петрова, А. И. Кудрин, Б. П. Гончаров // Интенсивные технологии возделывания озимой пшеницы в Ставрополье, 1989. С. 151–157.
12. Исаев, А. П. Максимально использовать достоинства зернобобовых / А. П. Исаев, А. М. Платонов // Земледелие, 1996. № 5. С. 15–17.

13. Fougeroux, A. Agronomical effects of spring peas in rotations./ A. Fougeroux, J. Desbureaux, C. Girald. //Developments in plant and soil sciences, 1989. 37. P. 37–46.

14. Морозов, В. И. Влияние бобового и злакового предшественников на активность ферментов на выщелоченном черноземе/ В. И. Морозов, Т. П. Зубец, А. И. Чундерова //Роль микроорганизмов в повышении плодородия почв и урожая культурных растений. Л.:Наука, 1978. С. 11–17.

15. Морозов, В. И. Для защиты гороха от корневой гнили / В.И. Морозов, Н. А. Цветкова, М. И. Подсевалов //Защита растений, 1987. № 9. С. 31–33.

16. Flengmark, P. Peas as monoculture or in rotation./ P.Flengmark// Developments in plant and soil sciences, 1989. 37. P. 58–61.

17. Marguet D. Peas in monocultore or in rotation with uheat./ Marguet D., M. Remuаux, I. Desbureaux, P. Planc-guaert // Developments in plant and soil Sciences, 1989. 37. P. 47–57.