

DOI:10.58168/IARRP2025_74-85

УДК 631.427:631.445.4:631.53.04

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПАРОВ В ПОВЫШЕНИИ
БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВЫ
EFFECTIVENESS OF STEAM IN INCREASING SOIL BIOLOGICAL
ACTIVITY**

Коржов С. И., Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, кафедра земледелия и защиты растений, профессор доктор сельскохозяйственных наук, Россия, Воронеж

Korhgov S.I., Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Department of Crop science, Professor, Doctor of Agricultural Sciences Associate Professor, Russia, Voronezh

Аннотация: Длительное использование черноземных почв без достаточного внесения органических удобрений привело к значительному снижению содержания гумуса. Одним из способов пополнения свежего органического вещества в почве являются совместные посевы бобовых и не бобовых культур. Такие посевы способствуют увеличению поступления растительных остатков в почву, увеличение скорости их минерализации и повышению микробиологической активности чернозема типичного. Бинарные посевы подсолнечника с донником и люцерной способствуют оптимизации основных показателей плодородия почвы. Повышается биологическая активность чернозема типичного, разложение льняного полотна увеличивается в 2,1-3,2 раза на вариантах совместного посева подсолнечника с бобовыми культурами по сравнению с одновидовым посевом подсолнечника. Последствие бинарных посевов проявлялось и в посевах озимой пшеницы. Размещение пшеницы по донниковому и люцерновому пару увеличивало темпы разложения льняного полотна в 2,8 и 3,2 раза соответственно по сравнению с посевами по чистому пару. В севообороте с чистым паром, в период всходов ячменя коэффициент иммобилизации был самым высоким и превышал другие варианты опыта в 3-4 раза. Это указывает на достаточно большое количество трудно разлагаемых растительных остатков в посевах ячменя. Размещение двух зерновых культур, следующих друг за другом, с широким соотношением C:N, приводит к накоплению в почве ингибиторов разложения соломистых остатков. Применение бинарных посевов подсолнечника с донником и люцерной повышало относительный показатель биогенности (ОП) в период цветения и уборки на 138% и 127% соответственно. Урожайность озимой пшеницы была наиболее высокой по чистому пару, ячменя и подсолнечника в севообороте с бинарными посевами культур.

Ключевые слова: бинарные посевы, плодородие, чернозем, биологическая активность почвы.

Abstract: Long term use of Chernozem soil without sufficient application of organic fertilizers resulted in a significant decrease in the humus content. One of the ways to replenish the fresh organic matter in the soil is the combined sowing of legume with other crops. Such plantings contribute to an increased income of plant residues into the soil, rate of their mineralization and microbial activity of typical chernozem. Binary sunflower sowings with sweet clover and alfalfa improve main indicators

of soil fertility thanks to an increased biological activity of typical chernozem, as well as to an increased rate of decomposition of linen (by 2.1-3.2 times on the variants of combined sowing of sunflower with legume crops as compared to pure sowing of sunflower. The aftereffect of binary sowing was registered in winter wheat plantings. Wheat planting in sweet clover and alfalfa fallow increased the rate of decomposition of linen by 2.8 and 3.2 times, respectively, as compared with plantings in complete fallow. In crop rotation with complete fallow during the germination of barley the coefficient of retrogradation was the highest and exceeded the values of other variants by 3-4 times. This indicates that in barley plantings there remain a great number of hard degradable plant residues. The succession of two crops with a wide C : N ratio leads to the accumulation in the soil of inhibitors of the decomposition of straw residues. Binary sowings of sunflower with sweet clover and alfalfa increased the relative index of biogenesis during the blossom and harvest time by 138% and 127%, respectively. Winter wheat yield was the highest in the variant of complete fallow, barley and sunflower in the rotation with binary sowings of crops.

Key words: binary sowings, fertility, chernozem soil, soil biological activity.

Современное земледелие строится на ландшафтной основе с использованием биологических приемов сохранения и повышения плодородия почвы [1, 2, 3]. Наряду с приемами биологизации земледелия (запашка нетоварной части урожая, посев сидеральных культур и бобовых трав), в ЦЧР широкое распространение может получить такой агроприем, как бинарные посевы бобовых трав с различными сельскохозяйственными культурами. В таких посевах наблюдается положительное взаимодействие возделываемых культур, проявляется синергизм [4, 5, 6].

Сотрудники кафедры земледелия и агроэкологии Воронежского госагроуниверситета проводят исследования по выявлению влияния бинарных посевов на агрофизические, агрохимические, биологические показатели плодородия почвы и фитосанитарное состояние посевов.

В задачи одного из этапов исследования входило выявить влияние бинарных посевов на биогенность чернозема типичного.

Показано, что использование совместных посевов культур способствует увеличению скорости и полноты разложения органических соединений и растительных остатков возделываемых культур за счет повышения микробиологической активности почвы.

Анализ почвы и растений проводился по общепринятым методикам.

Определение актуальной биологической активности проводили с помощью аппликационного метода, который позволяет анализировать скорость распада

растительных остатков, в состав которых входит клетчатка. Уровень разложения льняного полотна в пахотном слое почвы определяется водным и воздушным режимами, а также доступностью различных элементов питания для микроорганизмов [7].

Исследования проводились в стационарном многофакторном опыте, заложенном в филиале Воронежского ГАУ – К(Ф)Х «ИП Палихов А.А.», которое расположено в северо-западной микроне северной (лесостепной) природно-сельскохозяйственной зоны Воронежской области (Хохольский район).

Схема опыта включает следующие варианты.

1. Севооборот № 1 (контроль): чистый пар – озимая пшеница – ячмень – подсолнечник/кукуруза.

2. Севооборот № 2: сидеральный пар: донник жёлтый 2-го года жизни – озимая пшеница – ячмень (познивный сидерат редька масличная и горчица белая) – бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым/кукуруза.

3. Севооборот № 3: занятый пар (люцерна синяя 2-го года жизни) бинарный посев озимой пшеницы с люцерной синей 3-го года жизни – ячмень (познивный сидерат редька масличная и горчица белая) – бинарный посев подсолнечника с люцерной синей/кукуруза.

Варианты основной обработки почвы под подсолнечник: вспашка на глубину 20-22 см (контроль); дисковая обработка – на глубину 10-12 см; плоскорезная обработка – на глубину 20-22 см.

На всех вариантах солома зерновых культур использовалась в качестве органического удобрения путём заделки её в почву дисковыми орудиями на глубину 10-12 см сразу после уборки культуры.

Опыт заложен в соответствии с общепринятой методикой полевого опыта. Размещение культур севооборотов систематическое, повторность трехкратная. Севообороты представлены всеми полями в пространстве и во времени (табл. 1.). Севооборот № 1 – с чистым паром, севооборот № 2 – с бинарным посевом донника, севооборот № 3 – с бинарным посевом люцерны.

Общая площадь делянки – 658 м², учётная – 525 м².

Таблица 1 – Севообороты, используемые в опыте

Звено № 1	Звено № 2	Звено № 3
Чистый пар	Сидеральный донниковый пар (2-го года)	Занятый пар (люцерна 2-го года)
Озимая пшеница	Озимая пшеница	Бинарный посев озимой пшеницы с люцерной
Ячмень	Ячмень	Ячмень
Подсолнечник, кукуруза	Бинарный посев подсолнечника с донником желтым 1-го года, кукуруза	Бинарный посев подсолнечника с люцерной 1-го года, кукуруза

Технология возделывания культур в севооборотах, за исключением изучаемых приёмов, общепринятая для региона.

После уборки озимой пшеницы солому (как в чистом виде, так и в смеси с растительной массой люцерны синей), использовали в качестве органического удобрения.

Исследования проводились на варианте отвальной обработки почвы.

Установлена средняя корреляционная зависимость между количеством подвижного фосфора в пахотном слое почвы и разложением льняного полотна ($r = 0,68$), слабая связь между содержанием нитратного азота и уровнем разложения клетчатки ($r = 0,21$) и средняя зависимость между обменным калием и интенсивностью распада ткани ($r = 0,63$).

В середине вегетации культур значительной разницы разложения полотна в посевах ячменя не наблюдалось (табл. 2).

Таблица 2 – Интенсивность распада льняной ткани
(средняя за 2015-2016 гг.)

Вариант	Глубина закладки ткани, см	Разложилось ткани, % к исходной массе
Ячмень	0-30	6,40
Ячмень по доннику	0-30	7,88
Ячмень по люцерне	0-30	6,26
Подсолнечник	0-30	2,53
Бинарный посев подсолнечника с донником	0-30	5,48
Бинарный посев подсолнечника с люцерной	0-30	8,16
Пар чистый	0-30	7,59
Пар донниковый	0-30	15,03
Пар люцерновый	0-30	11,05
Озимая пшеница по чистому пару	0-30	3,06
Озимая пшеница по доннику	0-30	8,48
Озимая пшеница по люцерне	0-30	9,66
НСР ₀₅		1,24

Бинарные посевы подсолнечника с донником и люцерной значительно активизировали распад льняной ткани, так как совместные посевы создают благоприятные условия для жизнедеятельности целлюлозоразрушающих

микроорганизмов. Разложение полотна в бинарных посевах в 2,1-3,2 раза происходило интенсивнее, нежели в одновидовых посевах подсолнечника.

В паровых полях создаются наиболее благоприятные условия для развития микроорганизмов разлагающих целлюлозу. Данные поля часто рыхлятся, повышается аэрация почвы. В чистом пару разложилось 7,59% льняного полотна. В донниковом пару интенсивность распада льняной ткани была самой высокой и превышала данный процесс в поле чистого пара на 198,0%, люцерновый пар повышал биологическую активность на 145,6%.

Последствие бинарных посевов проявлялось и в посевах озимой пшеницы. Размещение пшеницы по донниковому и люцерновому пару увеличивало темпы разложения льняного полотна соответственно в 2,8 и 3,2 раза по сравнению с посевами по чистому пару.

Повышение микробиологической активности бинарных посевов обусловлено бобовым компонентом, улучшением азотного режима почвы, увеличением поступления в почву свежего органического вещества и благоприятным соотношением в нем C : N.

Протекание биологических процессов, их динамику и направленность рассматривали по соотношению различных групп микроорганизмов. Исследования показали, что относительный показатель биогенности (ОП) был самым высоким в посевах озимой пшеницы (рис. 1).

Он определяется как соотношение между бактериями, использующими минеральные формы азота, и почвенными микровидами и характеризует начальную стадию разложения органического вещества, поступившего в почву. Чем больше органики поступило в почву, тем больше ОП, если он остается высоким, то не вся легкогидролизуемая органика подверглась процессам минерализации.

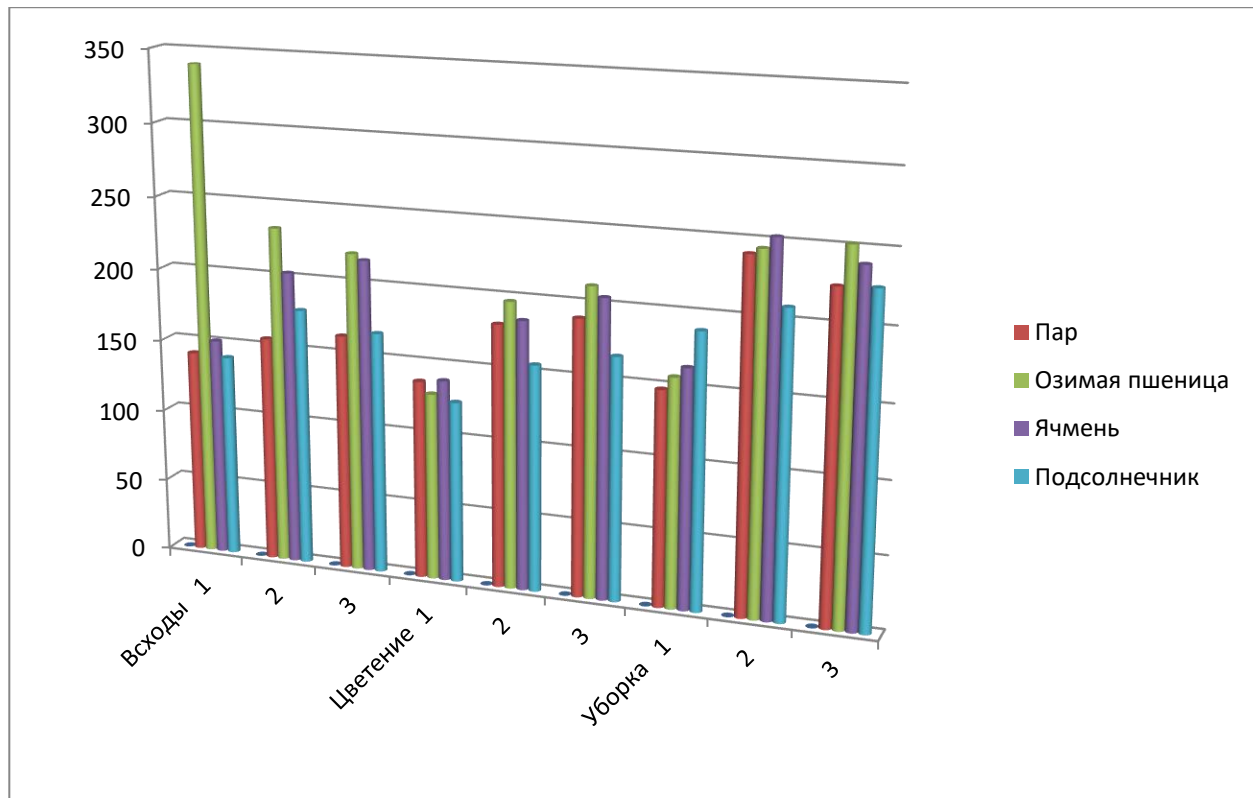


Рис. 1. Относительный показатель биогенности:

- 1 – севооборот с чистым паром;
- 2 – севооборот с бинарным посевом донника;
- 3 – севооборот с бинарным посевом люцерны

При появлении всходов озимой пшеницы ОП был самым высоким в севообороте с чистым паром, что указывает на интенсивность процессов разложения органики в паровом поле.

Применение бинарных посевов подсолнечника с донником и люцерной повышало ОП в период цветения и уборки соответственно на 138 и 127%. Данный показатель был высоким в посевах всех культур севооборота с бинарными посевами по сравнению с севооборотом с чистым паром.

Коэффициент иммобилизации – это отношение микроорганизмов, учитываемых на крахмало-аммиачном агаре и мясо-пептонном агаре (КАА : МПА), показывает степень разложения органики, в том числе трудно минерализуемой (рис. 2). Чем выше коэффициент иммобилизации, тем выше степень разложения (разложилось больше органики).

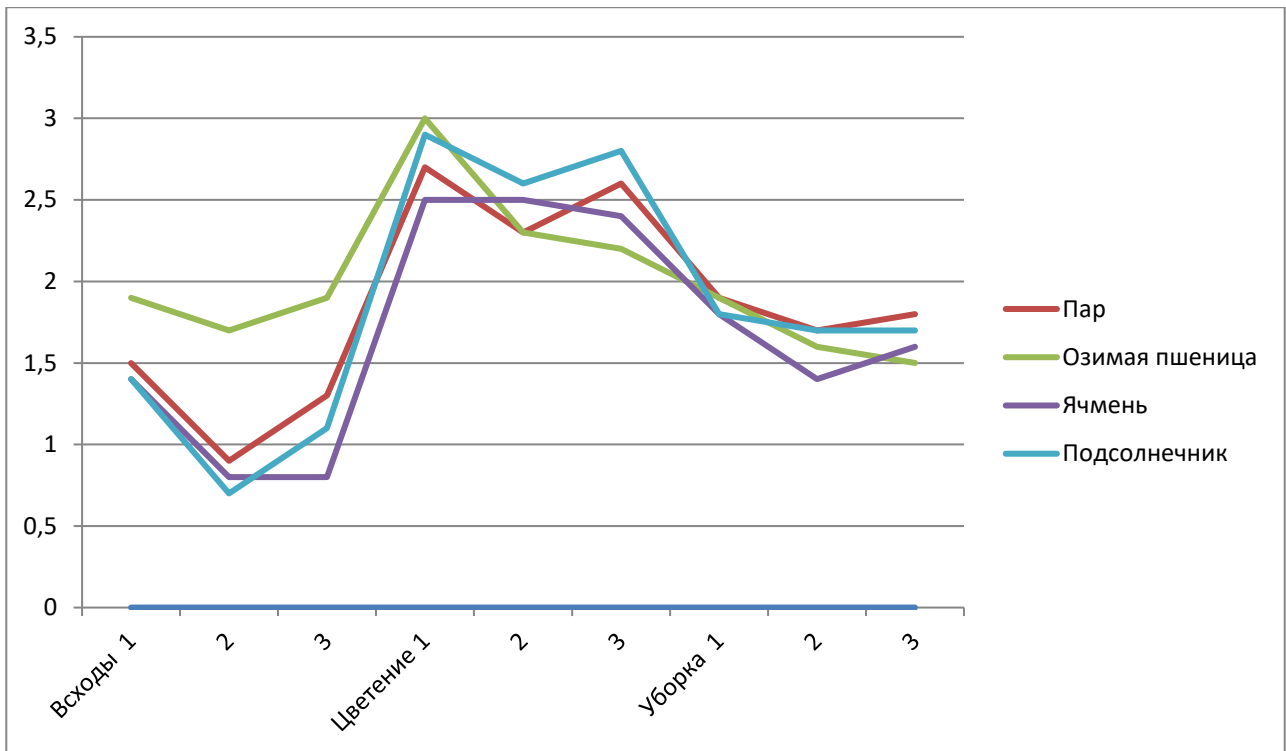


Рис. 2. Коэффициент иммобилизации:

- 1 – севооборот с чистым паром;
- 2 – севооборот с бинарным посевом донника;
- 3 – севооборот с бинарным посевом люцерны

В период всходов полевых культур коэффициент иммобилизации был самым высоким в посевах озимой пшеницы и мало зависел от предшественника. В другие сроки определения в посевах возделываемых культур динамика разложения органического вещества была одинаковой, постепенно снижаясь к уборке и оставаясь при этом достаточно высокой.

На завершение процессов разложения органики в почве указывает индекс олиготрофности, или отношение бактерий, учитываемых на среде Эшби и МПА (рис. 3).

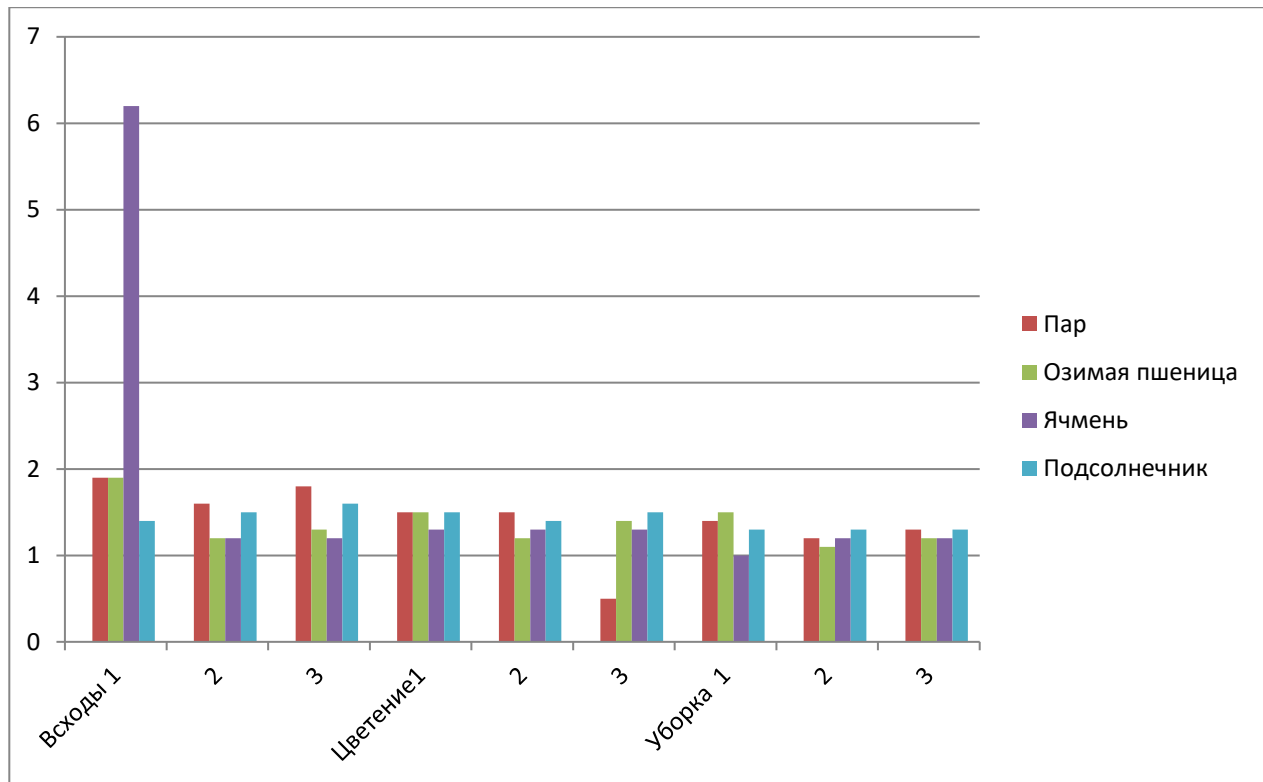


Рис. 3. Индекс олиготрофности:

1 – севооборот с чистым паром;

2 – севооборот с бинарным посевом донника;

3 – севооборот с бинарным посевом люцерны

В севообороте с чистым паром, в период всходов ячменя данный показатель был самым высоким и превышал другие варианты опыта в 3-4 раза, что указывает на достаточно большое количество трудно разлагаемых растительных остатков в посевах ячменя. Размещение двух зерновых культур, следующих друг за другом, с широким соотношением $C : N$, приводит к накоплению в почве ингибиторов разложения солоmistых остатков.

В другие сроки определения этот показатель был одинаковым по всем культурам и в севооборотах.

Окончательный вывод об эффективности того или иного агротехнического приёма делается на основании данных об урожайности культур, которая является интегрированным показателем, используемым для оценки изучаемых факторов.

Урожайность сельскохозяйственных культур существенно зависела от

комплекса приёмов биологизации, от приёмов основной обработки почвы, от гидротермических условий вегетационного периода и от комплексного воздействия этих факторов на плодородие почвы.

Одновидовой посев подсолнечника на фоне вспашки при использовании на удобрение соломы ячменя способствовал получению от 2,4 до 2,6 т/га семян подсолнечника (табл. 3). Бинарные посевы этой культуры на фоне отвальной обработки с применением пожнивных сидератов увеличивали урожайность подсолнечника на 8%.

Таблица 3 – Урожайность культур, т/га (средняя за 2015-2016 гг.)

Севооборот	Озимая пшеница	Ячмень	Подсолнечник
Севооборот № 1	4,2	2,0	2,4
Севооборот № 2	3,8	2,3	2,6
Севооборот № 3	2,9	3,4	2,6

В среднем за годы исследований существенно более высокий урожай семян подсолнечника получен в бинарном посеве подсолнечника с люцерной синей при использовании в качестве пожнивного сидерата редьки масличной по всем вариантам обработки почвы.

Применение приёмов биологизации при возделывании озимой пшеницы не дало существенной прибавки в урожайности зерна. Как при размещении посева озимой культуры по сидеральному донниковому пару, так и при бинарном посеве озимой пшеницы с люцерной синей показатель урожайности был существенно ниже, чем на варианте контрольного посева озимой пшеницы по чистому пару, и составил соответственно 3,8 и 4,2 т/га.

Возделывание ячменя в севооборотах с приёмами биологизации оказало положительное влияние на величину его урожайности. Если при размещении посева этой зерновой культуры в севообороте № 2 полученная урожайность

превышала контрольные значения на 1,1%, или на 0,04 т/га, что является незначительной прибавкой, то в севообороте № 3 это превышение составило уже 3% (3,4 т/га), или 0,12 т/га.

Таким образом, возделывание культур в севообороте с применением люцерны синей и пожнивной сидерации на фоне заделки в почву соломы злаковых культур обеспечивает существенно более высокие показатели урожайности ячменя и подсолнечника.

Лучшим предшественником озимой пшеницы в условиях ЦЧР является чистый пар. В наших исследованиях урожайность озимой пшеницы по чистому пару составила в среднем за 2 года 4,2 т/га по донниковому пару 3,8 т/га, что на 9,6% меньше. Но учитывая тот факт, что в чистом пару разлагается до 2,5 т/га органического вещества, происходит биологическая и физическая деградация черноземов в качестве предшественников мы рекомендуем и донниковый сидеральный пар. Если в хозяйстве имеется животноводство, то в качестве предшественника озимой пшеницы можно рекомендовать и люцерновый пар. По данному предшественнику урожайность озимой пшеницы уступала урожайности озимой пшеницы по чистому пару, но недобор зерна компенсируется сбором кормовых единиц биомассы люцерны. Кроме того энергетическая и экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы была выше по сидеральному донниковому и люцерновому пару. Более качественное зерно озимой пшеницы было получено по предшественнику люцерны.

Список литературы

1. Коржов, С.И. Основная обработка почвы и урожайность кукурузы / С.И Коржов, В.А. Воронков // Кукуруза и сорго. – 2002. – № 2. – С. 2-4.
2. Плесакачѳв, Ю.Н. О севооборотах в Нижнем Поволжье / Ю.Н. Плесакачѳв, А.Н. Сухов, В.Ю. Мисюраев // Земледелие. – 2013. – № 2. – С. 3-5.
3. Трофимова, Т.А. Основная обработка почвы под ячмень / Т.А. Трофимова // Зерновое хозяйство. – 1999. – № 5. – С. 28-29.

4. Зеленский, Н.А. Люцерна изменчивая в бинарных посевах с подсолнечником и озимой пшеницей / Н.А. Зеленский, А.П. Авдеенко, А.С. Савинов, М.С. Овчаренко // Земледелие. – 2008. – № 7. – С. 34-35.

5. Коржов, С.И. Оценка различных способов использования черноземов / С.И. Коржов, Т.А. Трофимова, В.А. Маслов // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2011. – № 3. – С. 27-29.

6. Берестецкий, О.А. Биологические основы плодородия почвы / О.А. Берестецкий [и др.]. – Москва : Колос, 1984. – 287 с.

7. Жидков, В.М. Возможность использования минимальных обработок при выращивании кукурузы на зерно / В.М. Жидков, Ю.Н. Плескачев // Кукуруза и сорго. – 1998. – № 1. – С. 11.

References

1. Korzhov, S.I. Primary tillage and corn yield / S.I. Korzhov, V.A. Voronkov // Corn and sorghum. - 2002. - No. 2. - Pp. 2-4.

2. Pleskachev, Yu.N. On crop rotations in the Lower Volga region / Yu.N. Pleskachev, A.N. Sukhov, V.Yu. Misyuryaev // Agriculture. - 2013. - No. 2. - Pp. 3-5.

3. Trofimova, T.A. Primary tillage for barley / T.A. Trofimova // Grain farming. - 1999. - No. 5. - Pp. 28-29.

4. Zelensky, N.A. Alfalfa variable in binary crops with sunflower and winter wheat / N.A. Zelensky, A.P. Avdeenko, A.S. Savinov, M.S. Ovcharenko // Agriculture. - 2008. - No. 7. - P. 34-35.

5. Korzhov, S.I. Evaluation of various methods of using chernozems / S.I. Korzhov, T.A. Trofimova, V.A. Maslov // Bulletin of Russian agricultural science. - 2011. - No. 3. - P. 27-29.

6. Berestetsky, O.A. Biological foundations of soil fertility / O.A. Berestetsky [et al.]. - Moscow: Kolos, 1984. - 287 p.

7. Zhidkov, V.M. Possibility of using minimal tillage when growing corn for grain / V.M. Zhidkov, Yu.N. Pleskachev // Corn and sorghum. - 1998. - No. 1. - P. 11.