

УДК 504.54:631.51 (540)
AGRIS F07

ВЛИЯНИЕ ВИДА ПАРА И СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР ЗВЕНА СЕВООБОРОТА

©*Пегова Н. А.*, SPIN-код: 4584-5310, канд. с.-х. наук,
Удмуртский ФИЦ УрО РАН, с. Первомайский, Россия, ugniish@yandex.ru

EFFECT OF FALLOW AND SYSTEM OF TILLAGE ON CROP YIELD OF ELEMENT OF CROP ROTATION

©*Pegova N.*, SPIN-code: 4584-5310, Ph.D., Udmurt Research Institute of Agriculture Branch of
the Russian Academy of Sciences, Pervomaiskii, Russia, ugniish@yandex.ru

Аннотация. Представлены урожайные данные культур звена севооборота (озимая рожь, яровая пшеница с подсевом клевера, клевер второго года жизни, озимая рожь) многолетнего стационарного полевого опыта (вторая ротация). Изучаются 3 системы зяблевой обработки почвы (отвальная, комбинированная, безотвальная), виды пара (чистый, чистый с внесением навоза КРС 60 т/га, сидеральный горчиный, сидеральный клеверный). Безотвальная обработка почвы в сравнении с отвальной и комбинированной, привела к снижению урожайности зерновых культур в среднем по опыту до 2,75 т/га. По отвальной обработке она составила 3,32, комбинированной — 3,07 т/га зерновых единиц. Урожайность клевера лугового не зависела от способа обработки почвы — 2,01–2,12 т/га зерновых единиц. Внесение навоза в пару и клеверный сидеральный пар обеспечили наибольшую урожайность зерна озимой ржи — 2,59 и 2,61 т/га, в последствии яровой пшеницы — 2,84 и 2,77 т/га, в контроле с чистым паром — 2,42 и 2,39 т/га. Эффективность навоза зависела от способа его заделки в пару. Выявлена отрицательная корреляционная связь урожайности покровной культуры яровой пшеницы и клевера, $r = -0,706$. Продуктивность одного гектара почвы с учетом депрессивного влияния отдельных факторов в варианте с внесением навоза была наибольшей — 2,95, с чистым, сидеральным горчиным и клеверным парами — 2,72–2,74 т/га зерновых единиц. В условиях 2015–2018 гг. положительное действие навоза отмечено на урожайности всех зерновых культур. Влияние сидерального клеверного пара продолжалось 2 года. Урожайность культур по сидеральному горчиному пару была на уровне контроля с чистым паром. Средняя урожайность зерновых культур в варианте с чистым паром (контроль) составила 2,83, от внесения навоза она возросла до 3,36, использования сидерального горчиного пара — до 2,97, клеверного — до 3,05 т/га зерновых единиц.

Abstract. The crop data of the crop rotation link (winter rye, spring wheat with clover seed, clover of first-year use, winter rye) of long-term stationary field experiment (second rotation) are presented. Three systems of fall tillage (dumped, combined, nonmoldboard), kinds of fallow (clean, clean with entering of cattle manure 60 t/ha, green–manure mustard, green–manure clover) are being studied. Nonmoldboard tillage in comparison with the dumped and combined led to a decrease in the grain crops yield on average by experience to 2.75 t/ha. By dumped tillage it amounted to 3.32, combined — 3.07 t/ha of grain units. The meadow clover yield did not depend on the method of tillage — 2.01–2.12 t/ha of grain units. The entering of manure into fallow and clover green–manure fallow ensured the highest yield of winter rye grain — 2.59 and 2.61 t/ha, in

the aftereffect of spring wheat — 2.84 and 2.77 t/ha, in control with pure fallow — 2.42 and 2.39 t/ha. The effectiveness of the manure depended on the way it was embedded in fallow. A negative correlation was found between the yield of a cover crop of spring wheat and clover, $r = -0,706$. The productivity of one hectare of soil, taking into account the depressive influence of individual factors in the manure application variant, was the highest — 2.95, with clean, green–manure mustard and clover fallows — 2.72–2.74 t/ha of grain units. In the conditions of 2015–2018, a positive effect of manure is noted on the yield of all grain crops. The influence of the green–manure clover fallow lasted 2 years. The crops yield on the green–manure mustard fallow was at the level of control with clean fallow. The average yield of grain crops in the variant with pure fallow (control) was 2.83, from entering manure it increased to 3.36, the use of green–manure mustard fallow — increased to 2.97, and clover — to 3.05 t/ha of grain units.

Ключевые слова: пары, навоз, горчица, клевер, солома, обработка почвы, урожайность.

Keywords: fallows, manure, mustard, clover, straw, tillage, crop yield.

Приемы биологизации земледелия, позволяют не только эффективно использовать многие местные ресурсы, но и решать актуальные вопросы снижения депрессивного воздействия факторов интенсификации на конкретные агробиоценозы [1].

Наиболее эффективным в качестве источника органического вещества в почве является навоз. В связи с дефицитной и затратной стороной внесения навоза, достойной альтернативой ему представляется сидеральный клеверный пар. Клевер оставляет в почве значительное количество биологического азота. В исследованиях Н. И. Владыкиной внесение навоза, посев многолетних бобовых культур способствовали улучшению комплекса агрохимических показателей почвы и повышению продуктивности севооборота [2].

Горчица белая в качестве сидерального пара относится к легкомобилизуемым микроорганизмами органическим веществам, поэтому их роль в регулировании биологической активности почвы весьма значительна [3]. Поступление растительных остатков в почву служит важным фактором увеличения биологической активности почвы, накоплению микробной массы, что предохраняет элементы питания растений от вымывания, снижает загрязнение грунтовых вод и окружающей среды. С другой стороны, поступая в почвенный раствор в процессе медленного и непрерывного разложения органической массы в течение летнего периода, питательные элементы не накапливаются в избыточных количествах, способствуют экономному расходованию и сохранению почвенного плодородия [4].

Среди видов работ в земледелии механическая обработка почвы, являясь уникальным средством воздействия на почву и растения, оказывает многостороннее влияние на многие свойства почвы и урожайность сельскохозяйственных культур. Это влияние многократно усиливается при длительном применении той или иной системы обработки почвы [5–6].

Цель исследования — выявить влияние длительного применения разных систем обработки почвы (отвальной, комбинированной, безотвальной) и вида пара на урожайность культур звена севооборота.

Материал и методика

Метод исследований — экспериментальный и аналитический. Объектами исследований являются культуры звена севооборота: озимая рожь 2014 г посева, яровая пшеница (2016 г.), клевер 1 г. п. (2017 г.), озимая рожь (2018 г.).

Исследования проводятся в стационарном полевом опыте, начало второй ротации севооборота.

Схема опыта включает три системы зяблевой обработки почвы (фактор А):

1. отвальная (О) — ежегодная вспашка на 20 см, (к);
2. комбинированная (К) — вспашка в пару и запашка клевера на 20 см, безотвальные обработки на 12–16 см под яровые культуры;
3. безотвальная (Б) — ежегодная безотвальная обработка на 12–16 см.

Виды пара и биоресурсы (фактор В):

- 1 — чистый пар (Б/у) контроль;
- 2 — чистый пар + навоз КРС 60 т/га (Н);
- 3 — сидеральный пар (горчица белая) (Г);
- 4 — сидеральный пар (клевер 1 г. п.) (Кл.).

Опыт заложен методом расщепленных делянок. Повторность — четырехкратная.

Почва опытного участка агродерново-подзолистая, слабосмытая, среднесуглинистая на покровных глинах и тяжелых суглинках с агрохимической характеристикой на период закладки опыта: содержание гумуса 1,85%, подвижного фосфора — 316–317 мг/кг, обменного калия — 115–119 мг/кг, $S_{очн.}$ — 16,5–17,4 ммоль/100 г почвы, $N_{г}$ — 1,77–1,78 ммоль/100 г почвы, $pH_{КСЛ}$ — 5,7–5,8, степень подвижности фосфора и калия соответственно — 0,52–0,54 и 2,80–3,25 мг/100 г почвы.

Погодные условия для роста и развития озимой ржи и яровой пшеницы с подсевом клевера были не благоприятными. Критическими для ржи были периоды: холодный и дождливый апрель — начало мая, а в период ее активного роста (вторая половина мая и июнь) стояла очень жаркая и сухая погода.

В 2016 г. температура воздуха в июле для яровой пшеницы была критической, в дневные часы превышала +25 °С, что повлияло на развитие и рост не только яровой пшеницы, но и клевера, на некоторых вариантах гибель клевера достигала 50%.

Вегетация второго поля озимой ржи проходила в благоприятных погодных условиях.

Результаты и их обсуждение

В начале закладки опыта в 2007 г. озимая рожь положительно отзывалась на безотвальную обработку почвы в паровом поле, что было обусловлено улучшением пищевого режима в верхнем корнеобитаемом слое (0–10 см) пахотного горизонта. Урожайность зерна озимой ржи по безотвальной обработке превышала способ перепашки пара в среднем по опыту на 0,29 т/га. Яровые культуры в севообороте (яровая пшеница, ячмень, овес) отрицательно реагировали на безотвальную обработку. Снижение урожайности на 0,14–0,64 т/га было обусловлено дефицитом азотного питания, снижением содержания подвижных форм фосфора, повышением кислотности почвы и засоренности посевов.

В целом за первую ротацию (2006–2012 гг.) продуктивность севооборотной площади не имела существенных различий в зависимости от применяемой системы обработки почвы. По отвальной она составила 2,70 т/га зерновых единиц, комбинированной — 2,59, безотвальной — 2,66 [7].

Длительное применение безотвальной обработки почвы: ротация семипольного севооборота (2006–2012 гг.), уравнильный посев (2013 г.), пар (2014 г.) в сравнении с отвальной на начало второй ротации привело к нежелательным изменениям агрофизических и агрохимических свойств нижней прослойки пахотного слоя (10–20 см): плотность была больше на 2,04%, влажность — ниже на 3,5%, нитрификационная способность — ниже на 0,76 мг/кг, аммонификационная способность — на 0,10 мг/100 г содержание обменного калия

понижилось на 44 мг/кг почвы. Засоренность посевов озимой ржи по длительной безотвальной обработке была в два раза выше, чем по отвальной обработке. Все это снизило урожайность зерна озимой ржи на 0,66 т/га. В варианте с ежегодной вспашкой она составила 2,79 т/га, безотвальной 2,12 т/га (Рисунок 1).

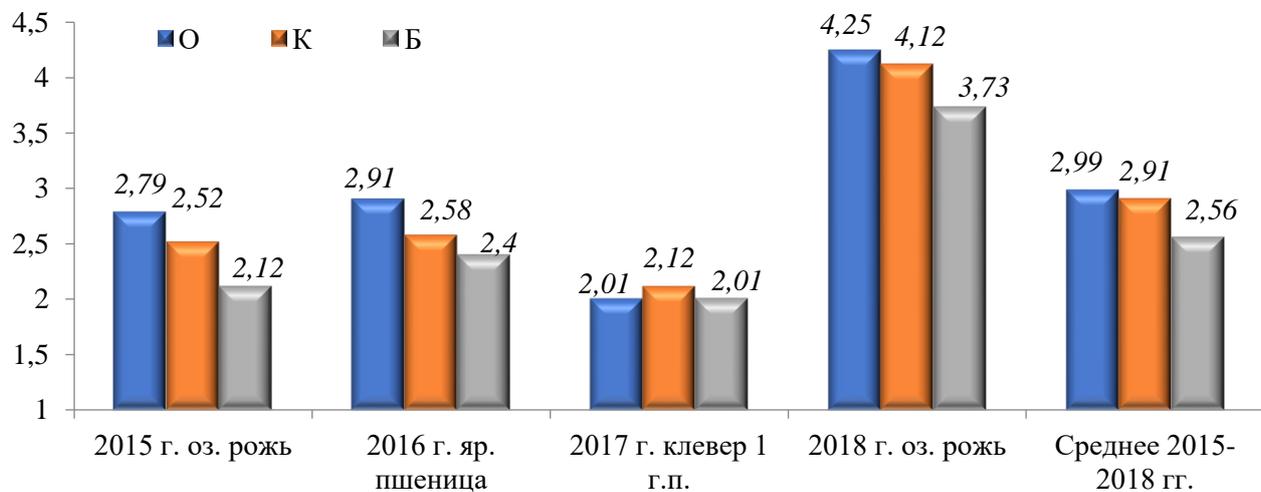


Рисунок 1. Урожайность культур звена севооборота в зависимости от системы зяблевой обработки почвы, т/га зерновых единиц (отвальная (О); комбинированная (К); безотвальная (Б)).

Комбинированная обработка почвы (вспашка в пару после четырех лет безотвальной обработки) также снизила урожайность озимой ржи на 0,27 т/га ($НСР_{05} = 0,16$) и составила 2,52 т/га за счет снижения количества продуктивных стеблей до 344 шт./м² (по отвальной — 385 шт./м²), что повлекло за собой увеличение сорного компонента в биоценозе на 43,4% и 17,8% в количественном и на 129,2% и 18,2% в весовом выражении.

Урожайность яровой пшеницы следующей после озимой ржи культуры на фоне безотвальной (2,40 т/га) и комбинированной (2,58 т/га) системам обработки почвы также была ниже, чем на отвальной (2,91 т/га) при $НСР_{05} = 0,21$. Снижение урожайности обусловлено увеличением общей засоренности по количеству сорных растений в 1,7 раза, их воздушно-сухой массы в 1,7 и в 1,9 раза в сравнении с отвальной системой обработки почвы. Урожайность клевера лугового, второго года жизни, при отсутствии прямого влияния обработки почвы, была одинаковой при всех изучаемых системах обработки почвы: отвальной и безотвальной обработкам — 2,01, комбинированной — 2,12 тонн зерновых единиц с гектара ($НСР_{05}=0,12$). Но следует отметить, что только на фонах сидеральных паров (горчичного и клеверного) безотвальная система обработки почвы по урожайности клевера (1,77 т/га зерновых единиц) значительно уступала отвальной и комбинированной системам. Разница в урожайности составила 0,23 и 0,27 т/га при $НСР_{05} = 0,17$. В вариантах с чистыми парами урожайность клевера не зависела от системы обработки почвы, по отвальной — 2,07, комбинированной 2,18, безотвальной — 2,15 т/га зерновых единиц $НСР_{05} = 0,15$. Это указывает на то, что при возникновении засушливых периодов, эффективность мелкой безотвальной обработки почвы ограничивается использованием сидеральных паров.

В условиях 2018 г урожайность озимой ржи в целом по опыту была высокой — 4,25–3,73 т/га ($НСР_{05}=0,33$), но безотвальная система обработки почвы также уступала отвальной и комбинированной.

Следует отметить, что снижение урожайности культур по мере снижения интенсивности зяблевой обработки почвы (отвальная → комбинированная → безотвальная)

было последовательным и не зависело от вида пара и используемых биоресурсов. По отвальной обработке в среднем за четыре года урожайность составила 2,99, по комбинированной — 2,91, безотвальной — 2,56 тонн зерновых единиц с одного гектара севооборотной площади. Средняя урожайность зерновых культур по отвальной системе обработки составила 3,32, комбинированной — 3,07, безотвальной — 2,75 т зерна с гектара.

Таким образом, длительное применение безотвальной обработки почвы уже во второй ротации выявило существенное снижение продуктивности почвы в сравнении с отвальной и комбинированной системами обработки почвы.

Влияние вида пара и биоресурсов на урожайность культур было более существенным. Внесение навоза в пару и клеверный сидеральный пар в среднем по опыту обеспечили наибольшую урожайность зерна озимой ржи в первом поле севооборота — 2,59 и 2,61 т/га, и в последствии яровой пшеницы — 2,84 и 2,77 т/га. В варианте с чистым паром — 2,42 и 2,39 т/га соответственно. НСР₀₅ для озимой ржи 0,16 т/га, яровой пшеницы — 0,15 т/га (Рисунок 2).

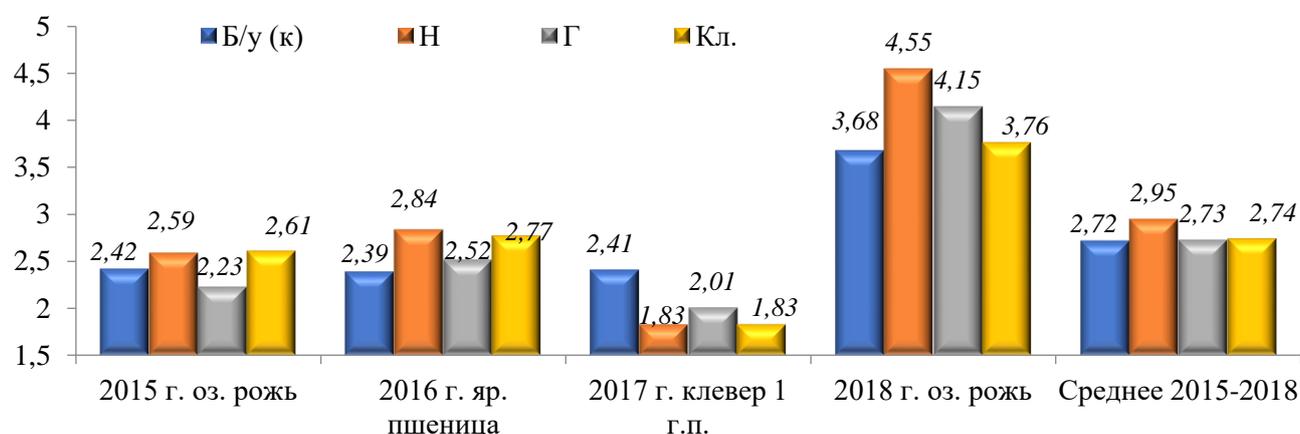


Рисунок 2. Урожайность культур звена севооборота в зависимости от вида пара и биоресурсов, т/га зерновых единиц (чистый пар (Б/у); чистый пар + навоз КРС 60 т/га (Н); сидеральный пар (горчица белая) (Г); сидеральный пар (клевер 1 г.п.) (Кл.)).

На урожайность клевера эти биоресурсы оказали негативное влияние, она была наименьшей в опыте — 1,83 т/га зерновых единиц. Полное исключение биоресурсов обеспечило наибольшую его урожайность — 2,41 т/га. Урожайность клевера в варианте с сидеральным горчичным паром также была ниже, чем с чистым — 2,01 т/га при НСР₀₅ = 0,24. В среднем по опыту урожайность клевера лугового 1 г. п. была ограничена внесением навоза и применением сидерального клеверного паров на 0,58 т/га зерновых единиц, использованием сидерального горчичного пара — на 0,40 т/га. Это указывает на то, что биоресурсы, способствующие образованию азота в почве, отрицательно влияют на рост и развитие клевера в севообороте. Нельзя не отметить и тот факт, что в вариантах с использованием биоресурсов, более высокая урожайность предшествующих зерновых культур, особенно яровой пшеницы, под покровом которой проходила вегетация первого года жизни клевера в условиях жаркого и засушливого лета способствовали большему иссушению почвы и выпадению клевера первого года жизни до 50%, что отразилось на его урожайности. Выявлена сильная отрицательная корреляционная связь урожайности покровной культуры яровой пшеницы с урожайностью клевера. Коэффициент корреляции по Спирмену составил 0,706.

Эффективность использования навоза зависела от способа его заделки и погодных условий. При запашке навоза в пару (отвальная и комбинированная системы обработки почвы) получена наибольшая урожайность зерна озимой ржи — 3,03 и 2,73 т/га. При мелкой безотвальной заделке навоза в пару его эффективность снизилась на 36–25%, урожайность зерна озимой ржи составила 2,02 т/га, что было обусловлено снижением плотности верхнего слоя 0–10 см до 1,12 г/см³ (в остальных вариантах — 1,23–1,25 г/см³), и большему иссушению корнеобитаемого слоя в критические периоды с высокой температуры воздуха. Также нами отмечено, что внесение навоза за счёт внесения активных штаммов микроорганизмов повышает общую биологическую активность пахотного слоя, но нитрификационная способность почвы при этом существенно подавляется. В этом варианте за вегетационный период была отмечена наибольшая биологическая активность почвы (степень разложения полотен была наибольшей в опыте — 33,3%, при запашке навоза — 25,0% и 26,8%). Нитрификационная способность почвы пахотного слоя в варианте с внесением навоза и поверхностной его заделкой на период посева озимой ржи была наименьшей — 13,0 мг/кг почвы (при запашке — 14,6 мг/кг, в варианте с чистым паром — 18,9 мг/кг).

Наибольшую урожайность четвертой культуры севооборота озимой ржи (4,55 т/га) также обеспечило внесение навоза в пару. При этом применение навоза на фоне отвальной и комбинированной системах обработки почвы позволило сформировать наибольшую и одинаковую урожайность озимой ржи — 4,69 и 4,68 т/га, по безотвальной обработке последствие навоза было меньше на 8,7%, урожайность ржи составила 4,28 т/га при $НСР_{05} = 0,33$.

Отсутствие прибавки урожайности первых двух культур севооборота от применения сидерального горчичного пара, компенсировалось более высокой урожайностью озимой ржи в 2018 году — 4,15 т/га. Ее урожайность в варианте с чистым паром составила 3,68 т/га при $НСР_{05} = 0,19$. В среднем за четыре года продуктивность одного гектара почвы с учётом депрессивного влияния отдельных факторов только в варианте с внесением навоза была выше — 2,95 т/га. В вариантах с чистым паром, сидеральным горчичным и сидеральным клеверным парами средняя урожайность была одинаковой — 2,72–2,74 т/га зерновых единиц. Средняя урожайность только зерновых культур отразила влияние биоресурсов, внесенных в паровом поле. В варианте с чистым паром средняя урожайность зерна составила 2,83 т/га, от внесения навоза она возросла до 3,33 т/га, от применения сидерального горчичного пара — до 2,97 т/га, сидерального клеверного пара — до 3,05 т/га.

Выводы

Длительное применение безотвальной обработки почвы во второй ротации севооборота привело к существенному снижению урожайности возделываемых культур в сравнении с отвальной и комбинированной системами обработки почвы.

В почвенно–климатических условиях Удмуртии при возникновении засушливых периодов использование сидеральных паров, внесение навоза ограничивает возможности безотвальной обработки почвы.

Внесение навоза в пару и клеверный сидеральный пар обеспечили наибольшую урожайность зерна озимой ржи — 2,59 и 2,61 т/га, в последствии яровой пшеницы — 2,84 и 2,77 т/га, в контроле с чистым паром — 2,42 и 2,39 т/га.

В условиях 2015–2018 гг. положительное действие навоза отмечено на урожайности всех зерновых культур. Влияние сидерального клеверного пара продолжалось 2 года.

Урожайность культур по сидеральному горчичному пару была близка к контролю с чистым паром.

Внесение биоресурсов в пару (навоза, биомассы горчицы и клевера) существенно ограничило формирование агрофитоценозов с клевером.

Список литературы:

1. Лошаков В. Г. Пожнивная сидерация и плодородие дерново-подзолистых почв // Земледелие. 2007. №1. С. 11-14.
2. Владыкина Н. И. Влияние вида пара на изменение агрохимических показателей плодородия почвы и продуктивность севооборота в длительном опыте // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. №5 (48). С. 62-67.
3. Возняковская Ю. М., Попова Ж. Н., Петрова В. Г. Сидеральные удобрения - регуляторы почвенно-микробиологических процессов // Доклады ВАСХНИЛ. 1988. №2. С. 23-26.
4. Матюк Н. С., Селецкая О. В., Солдатова С. С. Роль сидератов и соломы в стабилизации процессов трансформации органического вещества в дерново-подзолистой почве // Известия ТСХА. 2013. №3. С. 63-74.
5. Дринча В. Н. Технологические проблемы производства зерна // Земледелие. 2000. №4. С. 6-7.
6. Рядчиков В. Г. Тенденция производства калорий белка и лизина в мировом земледелии // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2002. №1. С. 46-49.
7. Пегова Н. А. Влияние вида пара и обработки почвы в длительном опыте на показатели плодородия и урожайность озимой ржи // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. №5 (54). С. 42-47.

References:

1. Loshakov, V. G. (2007). Pozhniwnaya sideraciya i plodorodie dernovo-podzolistykh pochv [Post-harvest sideration and fertility of sod-podzolic soils]. *Zemledelie*, (1), 11-13. (in Russian).
2. Vladykina, N. I. (2015). Vliyanie vida para na izmenenie agrohimiicheskikh pokazatelei plodorodiya pochvy i produktivnost' sevooborota v dlitel'nom opyte [Changes of agrophysical parameters of agrarian sod-podzolic soils on the transit direction of the fallow lands at different terms of its overgrowing]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, (5), 62-67. (in Russian).
3. Voznyakovskaya, U. M., Popova, G. N., & Petrova, V. G. (1988). Sideral'nye ydobreniya - regylyatory pochvenno-mikrobiologicheskikh protsessov [Green-manure fertilizers - regulators of soil and microbiological processes]. *Doklady VASHNIL*, (2), 23-26. (in Russian).
4. Matyuk, N. S., Seletskaya, O. V., & Soldatova, S. S. (2013). Rol' sideratov i solomy v stabilizatsii protsessov transformatsii organicheskogo veshhestva v dernovo-podzolistoi pochve [The role of green manure and straw in the stabilization of the transformation processes of organic matter in sod-podzolic soil]. *Izvestiya Timiryazevskoi selskohozyaistvennoi akademii*, (3), 63-73. (in Russian).
5. Drincha, V. N. (2000). Tekhnologicheskie problemy proizvodstva zerna [Technological problems of grain production]. *Zemledelie*, (4), 6-7. (in Russian).
6. Ryadchikov, V. G. (2002). Tendentsiya proizvodstva kaloriii belka i lizina v mirovom zemledelii [The trend in the production of calories of protein and lysine in world agriculture]. *Vestnik Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk*, (1), 46-49.
7. Pegova, N. A. (2016). Vliyanie vida para i obrabotki pochvy v dlitel'nom opyte na pokazateli plodorodiya i urozhainost' ozimoi rzhi [The influence of the kind of fallow and tillage in

a long experiment on fertility indices and winter rye yields]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, (5), 42-47. (in Russian).

*Работа поступила
в редакцию 11.10.2018 г.*

*Принята к публикации
16.10.2018 г.*

Ссылка для цитирования:

Пегова Н. А. Влияние вида пара и системы обработки почвы на урожайность культур звена севооборота // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. №11. С. 166-173. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/pegova> (дата обращения 15.11.2018).

Cite as (APA):

Pegova, N. (2018). Effect of fallow and system of tillage on crop yield of element of crop rotation. *Bulletin of Science and Practice*, 4(11), 166-173. (in Russian).