

**Key words:** *sucrose, sodium chloride, water-salt system, solubility, molasses, crystallization.*

### References

1. Bugaenko, I. F. Vliyanie kompleksa nesaharov na sodержanie sahara v melasse / V. I. Tuzhilkin, A. I. Bugaenko // *Saharnaya promyshlennost'*. – 1999. – № 1. – S. 23-24.
2. Vasil'ev, V. P. Analiticheskaya himiya. Titrimetricheskie i gravimetricheskie metody analiza / V. P. Vasil'ev. – M.: Drofa, 2003. – 368 s.
3. Illarionov, I. E. Vliyanie fosfatboratnykh soedineniy na protivokorroziionnyuyu ustojchivost' uglerodistoj stali v nejtral'nykh vodnykh sredah / I. E. Illarionov, SH. V. Sadetdinov, I. A. Strel'nikov // *CHernye metally*. – 2018. – № 5. – S. 47-53.
4. Illarionov, I. E. Sistemy iz boratov ammoniya s nekotorymi solyami, aminami i amidami: monografiya / I. E. Illarionov, SH. V. Sadetdinov, I. V. Fadeev. – CHEboksary: izd-vo CHuvash. un-ta im. I. N. Ul'yanova, 2019. – 232 s.
5. Polovnyak, V. K. Rastvorimost' i fiziko-himicheskie svoystva rastvorov sistem MeVO<sub>2</sub> – Me<sub>2</sub>N<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (Me –Li+, Na+, K+) – N<sub>2</sub>O pri 25°S / V. K. Polovnyak, SH. V. Sadetdinov, S. V. ZHitar' // *Nauchno-tehnicheskij vestnik Povolzh'ya*. – 2013. – № 6. – S. 22-25.
6. Tuzhilkin, V. I. Kristallizaciya sahara s uchyotom sostava primesej v iskhodnom syr'e / V. I. Tuzhilkin, V. A. Kovalenok, A. A. Sohin // *Sahar*. – 2011. – № 11. – S. 35–38.
7. Tuzhilkin, V.I. Teoreticheskie aspekty optimizacii kristallizacii saharozy / V. I. Tuzhilkin, A. I. Bugaenko // *Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya*. – 1999. – № 6. – S. 8-10.
8. Tuzhilkin, V. I. Uvarivanie utfelej iz siropov dvuh koncentracij / V. I. Tuzhilkin, V. A. Kovalenok, V. A. SHal'neva // *Sahar*. – 2011. – № 4. – S.1-5.

### Information about the authors

1. **Peshkumov Oleg Arkadievich**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Physical Education, Chuvash State Agricultural Academy, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marks str., 29, e-mail: sport.chgsxa@mail.ru, tel. 89030652396;

2. **Pestryaeva Lyudmila Sheyisdanovna**, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Physical Education, Chuvash State Agricultural Academy, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marks str., 29; e-mail: pestryaev@mail.ru, tel. 89968508642;

3. **Sadetdinov Sheyizdan Vazykhovich**, Doctor of Chemical Sciences, Professor of the Department of Materials Science and Metallurgical Processes, Chuvash State University named after I. N. Ulyanov, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, Moskovsky prospect, 15; e-mail: avgustaf@list.ru, tel. 89053473794.

УДК 631.17, 631.3

DOI: 10.17022/abch-2r15

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ЧЕТЫРЕХПОЛЬНОГО СЕВООБОРОТА В МЕЛКОТОВАРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

**П.А. Смирнов, Е.В. Прокопьева, М.П. Смирнов**

*Чувашская государственная сельскохозяйственная академия,  
428003, Чебоксары, Российская Федерация*

**Аннотация.** В работе представлены результаты использования четырехпольного дифференцированного севооборота в условиях сельскохозяйственного мелкотоварного производства. В ходе исследований осуществлялось как ежегодное чередование культур в севообороте, так и их попеременное чередование на одном участке (например, пропашных культур, картофеля и кормовой свеклы). По этой причине картофель размещается на одной и той же половине участка только один раз за полный цикл севооборота, который составляет восемь лет. Предлагаемый севооборот предназначен, в первую очередь, для использования в личных подсобных хозяйствах (ЛПХ), основным видом деятельности которых является молочное животноводство и выращивание картофеля. Разработанный севооборот относится к органическому земледелию. Применение ядохимикатов ограничивается борьбой против колорадского жука. При выращивании картофеля они используются один раз за весь вегетационный период. Предлагается вместо использования ядохимикатов проводить агротехнические и биологические мероприятия, направленные на защиту участка от появившихся сорняков, а уржа – от вредителей. Минеральные удобрения были заменены сидеральными (посевы горчицы или озимой ржи). Предложено использовать древесную золу, большое количество которой имеется в ЛПХ и КФХ (крестьянское фермерское хозяйство). Традиционные органические удобрения (перепревший навоз и компосты) предлагается заменить жидкими формами навоза. Так, например, их внесение в междурядья кормовой свеклы в дозе около 100...120 т/га два раза за сезон одновременно с междурядной обработкой привело к увеличению урожайности до 100,8 т/га (2018 г.). Внесение под картофель

при вспашке указанных форм органических удобрений в дозе приблизительно 180...200 т/га позволило увеличить урожайность до 565 ц/га (2019 г.).

**Ключевые слова:** дифференцированный севооборот, четырехпольный севооборот, мелкотоварное сельскохозяйственное производство, навоз, жидкие формы навоза.

**Введение.** Норфолькский четырехпольный севооборот является одним из наиболее известных. Его начали применять еще с конца XVIII в. в Англии и соседних с ней странах Европы. Согласно условиям этого севооборота, выращиваемые культуры чередуются в следующем порядке: озимая пшеница – пропашная культура (корнеплоды, тыква и пр.) – яровая зерновая культура – клевер. Включение в состав севооборота пропашных культур привело к тому, что глубина вспашки увеличилась с 12...15 см до 18...20 см. Последующее периодическое воздействие на традиционные подпахотные слои (раз в четыре года) способствует улучшению плодородия всего пахотного слоя. Введение в севооборот клевера или других бобовых травяных культур, имеющих мощную корневую систему, приводит к увеличению содержания азота и питательных органических соединений в почве. Вследствие этого улучшаются физико-механические показатели состояния почвы [2], [9], [12].

Трехпольный дифференцированный севооборот [6] обладает множеством достоинств. При его применении в условиях мелкотоварного производства стабилизируется объемная масса почвы на участках под картофелем и викой с овсом, которая составляет 0,95...1,0 г/см<sup>3</sup>, а под клевером – до 1,28 г/см<sup>3</sup>. Соответственно, снижается коэффициент удельного сопротивления почвы на участке под клевером, что позволяет проводить вспашку в осенний период даже маломощным трактором на полную глубину до 24...25 см [5]. При внесении навоза урожай картофеля достигает отметки в 315 ц/га, а также становится возможным за один сезон троекратно косить клевер, который заготавливают затем на сено. Механизация всех основных работ проводится на базе самого распространенного среди ЛПХ трактора марки Т-25А, и ее уровень достигает 87 % от всего объема работ. Данный севооборот апробировался с 2002 по 2011 гг. (полный цикл). Его использование продолжается и в настоящее время. Площади опытных участков составляют 0,12 га и 0,48 га. Можно отметить, что существенным недостатком трехпольного дифференцированного севооборота является трехкратное чередование посадок картофеля с посевами вики с овсом. После уборки викоовсяной смеси необходимо вносить навоз или торфо-навозный компост на обрабатываемый участок в размере около 60...75 т/га. Отметим также, что в случаях значительного увеличения поголовья крупного рогатого скота в ЛПХ в условиях применения трехпольного севооборота возникает проблема нехватки кормов [6]. По этой причине актуальной задачей современного земледелия является совершенствование существующих севооборотов с учетом потребностей мелкотоварного сельскохозяйственного производства.

**Материалы и методы.** Работы по апробации разрабатываемого метода четырехпольного севооборота проводились в ряде ЛПХ Чебоксарского района Чувашской Республики.

На первом этапе совершенствования трехпольного дифференцированного севооборота было принято решение о продлении срока выращивания клевера на одном из участков с двух лет до трех. Соответственно, после второго укоса клевера на участке проводилась вспашка в середине августа. В последующем, примерно в середине сентября, участок культивировали или дисковали [6]. Проводились также опыты, которые предполагали осуществление фрезерования участка после двукратного перекрестного дискования с последующим высевом горчицы в качестве зеленого удобрения. Весной следующего года на этом участке высаживался картофель. Данные по усовершенствованию трехпольного севооборота представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Усовершенствованный трехпольный дифференцированный севооборот

Участки	Годы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1
1-й	Кт	Ов+В	Кт	Ов+В	Кт	Ов+Кл	Кл	Кл	Кл Г	Кт
2-й	Ов+В	Кт	Ов+Кл	Кл	Кл	Кл Г	Кт	Ов+В	Кт	Ов+В
3-й	Кл	Кл	Кл Г	Кт	Ов+В	Кт	Ов+В	Кт	Ов+Кл	Кл

Примечания:

1. Кт – картофель; Ов+В – вико-овсяная смесь; Кл – клевер; Ов+Кл – овес с подсевом клевера; Г – горчица (после второго укоса клевера).
2. Посев горчицы после двух укосов на всём участке показан в общей клетке.

Данные, представленные в таблице 1, свидетельствуют о том, что предлагаемое усовершенствование трехпольного севооборота позволяет повысить обеспеченность хозяйства сеном, так как ежегодно один из участков будет находиться под клевером, а другой – под викоовсяной смесью (эти травы будут использоваться

в качестве сена). Однако в случае его применения в условиях мелкотоварного производства можно получить в среднем лишь около 20 т товарного картофеля и содержать только 3-4 дойные коровы, что является существенным недостатком севооборота. В денежном выражении выручка от продажи картофеля и молока составляет примерно 200 и 210-250 тыс. руб., соответственно. Другими словами, соотношение доходов от выручки молока и картофеля и расходов на их производство составит приблизительно 1:1,25.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Исследования показали, что доходы ЛПХ можно повысить. Так, например, при увеличении поголовья скота и при последующей реализации продукции животноводства увеличивается потребность в кормах. Это приводит к необходимости пересмотра всей структуры севооборота. С этой целью нами была разработана схема полного цикла дифференцированного четырехпольного севооборота, составляющего восемь лет, которая представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Схема первоначального дифференцированного четырехпольного севооборота

Участки	Годы								
	1	2	3	4	5	6	7	8	1
1-й	Кт	Ов+Кл	Кл+Л	Кл+Л	Кл+Л	Ов+В	Кт	Ов+В	Кт
2-й	Ов+В	Кт	Ов+Кл	Кл+Л	Кл+Л	Кл+Л	Ов+В	Кт	Ов+В
3-й	Кл+Л	Ов+В	Кт	Ов+В	Кт	Ов+Кл	Кл+Л	Кл+Л	Кл+Л
4-й	Кл+Л	Кл+Л	Ов+В	Кт	Ов+В	Кт	Ов+Кл	Кл+Л	Кл+Л

Примечание: Кл+Л – многолетние травы (смесь клевера и люцерны)

Анализ данных, представленных в таблице 2, позволил выявить следующие характерные особенности дифференцированных четырехпольных севооборотов. Участок, занятый под картофель, в структуре севооборота составляет 25 % от всей площади севооборота. В то же время участки с кормовыми культурами – 75 %, из которых 25...50 % всегда заняты многолетними травами. Следует отметить, что возделывание участка, засеянного многолетними травами, в течение трех лет предполагает необходимость изменения состава травяной смеси: 1/3 часть составляет клевер, 2/3 – люцерна [8], [9].

Экономические факторы, связанные с изменением закупочных цен, заставили пересмотреть первоначальный вариант четырехпольного дифференцированного севооборота. Например, ежегодно наблюдается сезонное увеличение закупочной цены на молоко в зимнее время в 1,8...1,9 раза. Соответственно, в этот период товаропроизводителям выгодно получать максимальные удои, что влечет за собой необходимость в скармливании скоту сочных кормов. Также отметим, что заготовка силоса и сенажа в условиях мелкотоварного производства производится достаточно редко, а себестоимость так называемого «сенажа в упаковке» достаточно велика [10], [11]. Поэтому единственным популярным сочным кормом в условиях ЛПХ является кормовая свекла.

Примерная схема усовершенствованного севооборота представлена в таблице 3. Данные таблицы свидетельствуют о том, что для решения задачи по обеспечению товаропроизводителей достаточным количеством кормовой свеклы необходимо участок, предназначенный для выращивания картофеля, разделить на две части и высаживать там как картофель, так и кормовую свеклу. При этом следует соблюдать рекомендации по чередованию картофеля и свеклы в севообороте [2], [3], [9].

Таблица 3 – Усовершенствованный дифференцированный четырехпольный севооборот с полным циклом в восемь лет

Участки	Годы								
	1	2	3	4	5	6	7	8	1
1-й	Кт Н	Ов+Кл	Кл+Л	Кл+Л	Кл+Л	Кл+Л	КС Н	Ов+В	Кт
	КС Н						Г		КС Н
2-й	Ов+В	Кт Н	Ов+Кл	Кл+Л	Кл+Л	Кл+Л	Кл+Л	КС Н	Ов+В
	Г								КС Н
3-й	Кл+Л	Кл+Л	Кт Н	Ов+В	КС Н	Ов+Кл	Кл+Л	Кл+Л	Кл+Л
			КС Н		Г				
4-й	Кл+Л	Кл+Л	Кл+Л	Кт Н	Ов+В	КС Н	Ов+Кл	Кл+Л	Кл+Л
				КС Н		Г			

Примечания:

1. Разделение севооборота на две культуры показано разделением клетки горизонтальной линией.
2. Посев горчицы (Г) после двух укосов травяной смеси клевера и люцерны на всём участке показан в общей клетке. Также – внесение навоза в размере 60...75 т/га (Н) после уборки урожая картофеля и кормовой свеклы.

Следует отметить, что при использовании усовершенствованного севооборота не нужно менять состав машин и орудий труда. Также остается неизменным общий объем выполняемых работ [6], [9]. Поменяется лишь структура работ и порядок их выполнения. Например, увеличится объем работ, связанных с заготовкой кормов, поскольку на одном из участков в течение четырех лет будет засеиваться клеверо-люцерновая смесь.

При использовании данного севооборота предлагается высевать клевер с люцерной для последующего скашивания, а вместо распространенных сегментно-пальцевых косилок использовать ротационные. Следует отметить, что существенным недостатком подобных косилок является образование валков на свежескошенной траве. По этой причине для равномерного разбрасывания валков и их последующей эффективной сушки необходимо применять так называемые вспушители [10], [11]. К сожалению, подобные машины, которые агрегируются маломощными тракторами, не производятся.

Данные, представленные в таблице 3, свидетельствуют о том, что в четырехпольном севообороте участок, где посеяна клеверно-люцерновая смесь, используется три года. Наши исследования доказали, что урожайность смеси клевера и люцерны существенно не снижается и на четвертый год при рациональном использовании жидкой фракции навоза или минеральных удобрений [4], [7], [9]. С учетом опыта использования трехпольного севооборота предлагаем в четырехпольном также продлить срок выращивания смеси многолетних трав на четвертый год. Затем участок распахивается, фрезеруется и засеивается горчицей. Также отметим, что в засушливые годы перед вспашкой участка предлагается предварительно осуществлять мульчирование измельченной соломой, что позволяет накапливать в почве атмосферную и капиллярную влагу [1], [5].

Увеличение площадей для посева культур, используемых для заготовки сена, вызывает необходимость их быстрой уборки и транспортировки на склад. Наиболее рациональным решением этой задачи является применение пресс-подборщиков. Отметим, что большинство существующих пресс-подборщиков рассчитано на большие по площади поля крупного предприятия и не всегда подходит для ограниченных участков ЛПХ, так как существует ряд ограничений по ширине въездных ворот огороженного участка, по условиям маневрирования на ограниченном пространстве участка и т.д.

Исследования показали, что наиболее продуктивной в условиях среднего Поволжья является травяная смесь, в состав которой входят клевер с нормой высева в 10 кг/га, люцерна – 15 кг/га, костер – 20 кг/га и ежа сборная – 5 кг/га. В первый и второй годы был зафиксирован самый большой урожай клевера, однако на третий год его количество начинает уменьшаться. Со второго по четвертый год – максимальный урожай люцерны и костра. Наличие в предлагаемой к использованию травяной смеси ежи сборной позволяет активно бороться с наиболее злостным сорняком многолетних трав – одуванчиком. Отметим, что норму высева предлагаемой травяной смеси необходимо увеличить [8], [9]. Это связано с тем, что семена люцерны и клевера продаются недостаточно очищенными.

Внедрение апробированного дифференцированного четырехпольного севооборота внесет значительный вклад в развитие органического земледелия.

Согласно схеме данного севооборота, на участки с многолетними травами вносили как сжиженный бесподстилочный жидкий навоз, так и другие его формы. Так, например, внесение жидких форм навоза в весенний и осенний периоды осуществляется в виде поверхностного разлива во время ночных заморозков [7]. Для поукосного внесения навоза предлагаем увеличить на 2...3 см высоту среза при кошении [4]. Этот прием позволит сохранить нижнюю часть стебля и ряд нижних листьев, что поможет растениям в будущем быстро освоить внесенные жидкие фракции навоза. Таким образом, четырехпольный севооборот предусматривает сокращение продолжительности произрастания трав второго и третьего укосов приблизительно на две недели. Четвертый укос оставляется, а перезимовавшие остатки растений при весеннем бороновании измельчаются и распределяются по полю [1].

Мы считаем, что в предлагаемом севообороте сочетаются оптимальные варианты применения органических удобрений. Например, сжиженный бесподстилочный навоз, имеющий 92 % влажности, вносится в подпахотный слой при основной обработке. Исследования доказали, что внесение сжиженного бесподстилочного навоза в дозе 100...120 т/га, влажность которого составляет 95...97 %, и других жидких форм навоза в междурядья кормовой свеклы два раза за весь вегетационный период одновременно с междурядной обработкой способствует увеличению урожайности до 100,8 т/га. Внесение непосредственно перед вспашкой участка, где будет расти картофель, указанных форм органических удобрений в дозе 180...200 т/га позволит увеличить урожайность до 565 ц/га, тогда как при использовании трехпольного дифференцированного севооборота с внесением твердых форм навоза наивысшая урожайность достигает лишь 417 ц/га.

**Выводы.** Положительные результаты, полученные при внедрении разработанного дифференцированного четырехпольного севооборота, позволяют рекомендовать его к использованию в ЛПХ и КФХ.

При применении указанного севооборота наблюдается также существенное снижение случаев поражения картофеля колорадским жуком и различными заболеваниями, в том числе фитофторой.

Предлагаемый севооборот относится к органическому земледелию, при осуществлении которого ограничивается использование ядохимикатов и минеральных удобрений при возделывании культур.

## Литература

1. Карасева, О. В. Мониторинг продуктивности культур зерноправяного севооборота на осушаемых землях / О. В. Карасева, Д. А. Иванов, М. В. Рублюк // Международный научно-исследовательский журнал. – № 7 (73). – 2018. – С. 64-68.
2. Наволоцкий, А. С. Севообороты в колхозах и совхозах / А. С. Наволоцкий, В. В. Бузмаков. – М.: Колос, 1972. – 239 с.
3. Основы технологии сельскохозяйственного производства. Земледелие и растениеводство. – М.: Былина, 2000. – 555 с.
4. Прокопьева, Е. В. Регенеративная способность трав в зависимости от высоты среза при поукосном внесении жидкой фракции навоза / Е. В. Прокопьева, П. А. Смирнов, П. Н. Моисеев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 1 (8). – С.112-119.
5. Рябцева, Н. А. Эффективность способов основной обработки почвы в севообороте [Электронный ресурс] // Сельское, лесное и водное хозяйство. – 2015. – № 2. – Режим доступа: <http://agro.snauka.ru/2015/02/1811>.
6. Смирнов, П. А. Дифференциальный севооборот для сельскохозяйственного мелкотоварного производства / П. А. Смирнов, А. Г. Ложкин, М. П. Смирнов // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2 (5). – С.91-101.
7. Смирнов, П. А. Результаты экспериментальных исследований влагопроницаемости мерзлых почв / П. А. Смирнов, Е. В. Прокопьева, Д. Ю. Федоров // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2 (5). – С.74-79.
8. Смурыгин, М. А. Прогрессивные технологии приготовления сена / М. А. Смурыгин, В. Р. Лесницкий, А. Н. Сердечный. – М.: Агропромиздат, 1986. – 143 с.
9. Справочник агронома Нечерноземной зоны. – М.: Агропромиздат, 1990. – 575 с.
10. Тенденции развития сельскохозяйственной техники за рубежом (по материалам международной выставки «SIMA-2007»): научно-аналитический обзор. – М.: Росинформагротех, 2007. – 308 с.
11. Черноиванов, В. И. Мировые тенденции машинно-технологического обеспечения интеллектуального сельского хозяйства / В. И. Черноиванов, А. А. Ежеский, В. Ф. Федоренко. – М.: Росинформагротех, 2012. – 284 с.
12. Федоринов, А. В. Методология организации угодий и устройство территории севооборотов при внутрихозяйственном землеустройстве / А. В. Федоринов, Д. А. Корнюков // Наука вчера, сегодня, завтра: материалы II Международной научно-практической конференции. – Новосибирск: СибАК, 2013. – С. 68-72.

## Сведения об авторах

1. **Смирнов Петр Алексеевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры транспортно-технологических машин и оборудования, Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 428003, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: [smirnov\\_p\\_a@mail.ru](mailto:smirnov_p_a@mail.ru), тел. 8 960 310 19 09;
2. **Прокопьева Елена Владимировна**, ассистент кафедры транспортно-технологических машин и комплексов, Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 428003, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: [elena-prokory@mail.ru](mailto:elena-prokory@mail.ru), тел. 8 927 999 5657;
3. **Смирнов Михаил Петрович**, кандидат технических наук, доцент кафедры транспортно-технологических машин и оборудования, Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 428003, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: [sttmo@mail.ru](mailto:sttmo@mail.ru), тел. 8 927 852 23 78.

## RESULTS OF USING OF A DIFFERENTIATED FOUR-FIELD CROP ROTATION IN A SMALL- SCALE PRODUCTION

**P.A. Smirnov, E.V. Prokopyeva, M.P. Smirnov**  
*Chuvash State Agricultural Academy*  
 428003, Cheboksary, Russian Federation

**Abstract.** *The paper presents the results of using a four-field differentiated crop rotation in the conditions of agricultural small-scale production. In the course of the research, both it was carried out as an annual alternation of crops in the crop rotation, and their alternating rotation in one area (for example, row crops, potatoes and fodder beets). For this reason, potato field is placed on the same half of the area only once per full crop rotation cycle, which is eight years. The proposed crop rotation is intended primarily for use in personal subsidiary farms, the main activity of which is dairy farming and potato- growing. The developed crop rotation refers to organic farming. The use of pesticides is limited to the fight against the Colorado potato beetle. When growing potatoes, they are used once for the entire growing season. Instead of using pesticides, it is proposed to carry out agrotechnical and biological measures aimed at protecting the site from emerging weeds, and the crop from pests. Mineral fertilizers were replaced by green*

manure (crops of mustard or winter rye). It is proposed to use wood ash, a large amount of which is available in personal subsidiary farms and peasant farms. It is proposed to replace traditional organic fertilizers (rotted manure and composts) with liquid forms of manure. So, for example, their introduction into the rows of fodder beets at a dose of about 100 ... 120 t / ha twice a season simultaneously with inter-row cultivation led to an increase in yield to 100.8 t / ha (in 2018). The application of organic fertilizers for fields of potatoes during plowing of the indicated forms in a dose of approximately 180 ... 200 t / ha allowed to increase productivity to 565 c / ha (in 2019).

**Key words:** differentiated crop rotation, four-field crop rotation, small-scale agricultural production, manure, liquid forms of manure.

### References

1. Karaseva, O. V. Monitoring produktivnosti kul'tur zernotravyanogo sevooborota na osushaemykh zemlyakh / O. V. Karaseva, D. A. Ivanov, M. V. Rublyuk // *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal*. – № 7 (73). – 2018. – S. 64-68.
2. Navolockij, A. S. Sevooboroty v kolhozah i sovhozah / A. S. Navolockij, V. V. Buzmakov. – M.: Kolos, 1972. – 239 s.
3. Osnovy tekhnologii sel'skohozyajstvennogo proizvodstva. Zemledelie i rastenievodstvo. – M.: Bylina, 2000. – 555 s.
4. Prokop'eva, E. V. Regenerativnaya sposobnost' trav v zavisimosti ot vysoty sreza pri poukosnom vnesenii zhidkoj frakcii navoza / E. V. Prokop'eva, P. A. Smirnov, P. N. Moiseev // *Vestnik CHuvashskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. – 2019. – № 1 (8). – S.112-119.
5. Ryabceva, N. A. Effektivnost' sposobov osnovnoj obrabotki pochvy v sevooborote [Elektronnyj resurs] // *Sel'skoe, lesnoe i vodnoe hozyajstvo*. – 2015. – № 2. – Rezhim dostupa: <http://agro.snauka.ru/2015/02/1811>.
6. Smirnov, P. A. Differencial'nyj sevooborot dlya sel'skohozyajstvennogo melkotovarnogo proizvodstva / P. A. Smirnov, A. G. Lozhkin, M. P. Smirnov // *Vestnik CHuvashskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. – 2019. – № 2 (5). – S.91-101.
7. Smirnov, P. A. Rezul'taty eksperimental'nyh issledovanij vlagopronicaemosti merzlykh pochv / P. A. Smirnov, E. V. Prokop'eva, D. YU. Fedorov // *Vestnik CHuvashskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. – 2018. – № 2 (5). – S.74-79.
8. Smurygin, M. A. Progressivnye tekhnologii prigotovleniya sena / M. A. Smurygin, V. R. Lesnickij, A. N. Serdechnyj. – M.: Agropromizdat, 1986. – 143 s.
9. Spravochnik agronoma Nechernozemnoj zony. – M.: Agropromizdat, 1990. – 575 s.
10. Tendencii razvitiya sel'skohozyajstvennoj tekhniki za rubezhom (po materialam mezhdunarodnoj vystavki «SIMA-2007»): nauchno-analiticheskij obzor. – M.: Rosinformagrotekh, 2007. – 308 s.
11. Chernoivanov, V. I. Mirovye tendencii mashinno-tekhnologicheskogo obespecheniya intellektual'nogo sel'skogo hozyajstva / V. I. Chernoivanov, A. A. Ezhevskij, V. F. Fedorenko. – M.: Rosinformagrotekh, 2012. – 284 s.
12. Fedorin, A. V. Metodologiya organizacii ugodij i ustrojstvo territorii sevooborotov pri vnutrihozyajstvennom zemleustrojstve / A. V. Fedorin, D. A. Kornjukov // *Nauka vchera, segodnya, zavtra: materialy II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. – Novosibirsk: SibAK, 2013. – S. 68-72.

### Information about authors

1. **Smirnov Peter Alekseevich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Transport and Technological Machines and Equipment, Chuvash State Agricultural Academy, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marks str., 29; e-mail: [smirnov\\_p\\_a@mail.ru](mailto:smirnov_p_a@mail.ru), tel. 8-960-310-19-09;
2. **Prokopyeva Elena Vladimirovna**, Assistant of to Department of Transport and Technological Machines and Equipment, Chuvash State Agricultural Academy, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marks str., 29; e-mail: [elena-prokopy@mail.ru](mailto:elena-prokopy@mail.ru); tel. 8-927-999-56-57;
3. **Smirnov Mikhail Petrovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Transport and Technological Machines and Equipment, Chuvash State Agricultural Academy, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marks str., 29; e-mail: [sttmo@mail.ru](mailto:sttmo@mail.ru), tel. 8-927-852-23-78.