

Влияние сидеральных донниковых паров на продуктивность зерновых культур в севообороте

Зибагуль Ермуратовна Какезжанова

ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», г. Омск, Россия; НАО «Торайгыров университет», г. Павлодар, Республика Казахстан.
e-mail: zibagul.kakezhanova.2011@mail.ru

Аннотация. В статье приведены результаты оценки влияния сидеральных донниковых паров, с посевом донника в первый год жизни под покров ячменя и беспокровный посев, в качестве предшественников для зерновых культур в сравнении с черным чистым паром. Результаты оценки влияния сидеральных донниковых паров на показатели содержания гумуса и элементов питания в почве показали, что в таких парах отмечается рост гумуса с глубиной от 0,1 до 0,9 % (за два года сидерации) в сравнении с чистым паром. Отмечается также рост содержания подвижных форм азота на 9,2–23,8 мг/кг, фосфора на 1,4–4,3 мг/кг, калия на 288–625 мг/кг больше, чем на контроле. Следовательно, в связи с лучшими условиями питания в этих вариантах формируется и более высокая урожайность зерновых культур (пшеница, ячмень) в севообороте – на 0,14–0,41 т/га больше, чем на контроле.

Ключевые слова: продуктивность севооборота; сидеральные культуры; донник желтый; урожайность зерновых культур; занятые пары; зеленая масса; плодородие.

Для цитирования: Какезжанова З. Е. Влияние сидеральных донниковых паров на продуктивность зерновых культур в севообороте // Аграрный научный журнал. 2022. № 9. С. 24–28. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i9pp24-28>.

AGRONOMY

Original article

Influence of green manure melilot occupied fallows on the productivity of grain crops in the crop rotation

Zibagul E. Kakezhanova

Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russia; NJSC “Toraigyrov University”, Pavlodar, Republic of Kazakhstan
e-mail: zibagul.kakezhanova.2011@mail.ru

Abstract. The article presents the results of assessing the impact of green manure (melilot) fallows, with the sowing of sweet clover in the first year of life as a catch crop of barley and monoculture sowing, as predecessors for grain crops, in comparison with pure fallow. The results of assessing the effect of green manure (melilot) fallows on the content of humus and nutrients in the soil showed that in such fallows there is an increase in humus with a depth of 0.1 to 0.9 % in comparison with pure fallow. There is also an increase in the content of nitrogen by 9.2–23.8 mg/kg, phosphorus by 1.4–4.3 mg/kg, and potassium by 288–625 mg/kg more than in the control. Consequently, due to better nutritional conditions in these variants, a higher yield of grain crops in the crop rotation is formed - by 0.14–0.41 t/ha more than in the control.

Keywords: crop rotation productivity; green manure crops; yellow sweet clover; grain crop productivity; occupied fallows; green mass; fertility

For citation: Kakezhanova Z. E. Influence of green manure melilot occupied fallows on the productivity of grain crops in the crop rotation. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2022;(9): 24–28. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i9pp24-28>.

Введение. В современных условиях интенсификации повсеместно идет снижение плодородия почвы и урожайности культур, при этом продуктивность севооборотов достаточно низкая. Потери гумуса происходят вследствие интенсивных обработок, которые усиливают процесс минерализации, особенно на паровых полях с недостаточным поступлением органики.

Более интенсивно теряется органическое вещество в зернопаровых севооборотах с чистым паром при короткой ротации. В исследованиях В. И. Беспямятного в Алтайском научно-исследовательском институте установлено, что 6,1 % гумуса почвы потеряно за 16 лет в трехпольном зернопаровом севообороте, а за 21 год потери гумуса составили 13 % [1].

В Северном Казахстане на южных черноземах за 27 лет в зернопаровых четырех–пятипольных севооборотах содержание гумуса в слое 0–20 см снизилось всего на 3,6 %, тогда как в двух–трехпольных севооборотах потери гумуса оказались в 3 раза больше [2]. Однако, потери гумуса сокращаются при оставлении пожнивных-корневых остатков соломы, при этом выход соломы в 1,2 раза превышает сбор зерна, но накопить необходимое количество соломы для поддержания бездефицитного баланса гумуса не всегда удается.

Исследования А. В. Савина показали положительное влияние включения донника в зерновые севообороты с короткой ротацией на продуктивность зерновых культур и плодородие почвы [3].

Донник желтый в Канаде высоко ценится как силосная и пастбищная культура, при этом урожайность сена донника составляет около 40–50 ц/га [4, 5]. Помимо Канады донник широко распространен в Северной Америке как кормовая, медоносная культура и зеленое удобрение, это объясняется тем, что донник используют в основном там, где другие многолетние бобовые травы низкоурожайны [4–7].

Исследованиями С. Г. Чекалина установлено, что донник повышает плодородие почвы за счет мелиоративных и азотофиксирующих свойств, и, соответственно, с увеличением плодородия почвы повышается урожайность по-





левых культур, идущих в севообороте после предшественника донника [8]. По данным А. П. Чичкина, ежегодные потери гумуса почвы составили 0,5–1,8 т/га [9].

В. А. Васильев с соавторами утверждают, что на зеленое удобрение более эффективно возделывать бобовые культуры, так как при запашке зеленой массы в почву поступает около 200 кг/га азота и это равноценно содержанию азота в 40 т/га навоза, а также в первый год коэффициент использования азота сидерата в 2 раза выше в сравнении с азотом навозов и компостов [10]. Анализ литературных источников показывает актуальность изучения донника в качестве сидеральной культуры, в особенности в условиях степи Северо-Востока Казахстана, отличающегося неблагоприятными почвенно-климатическими условиями.

Таким образом, нами была поставлена цель исследования – определение влияния донникового сидерального пара на плодородие почвы и урожайность зерновых культур в севообороте.

Методика исследований Объекты исследования – донник желтый, плодородие почвы. Исследования проводили в степной зоне Северо-Востока Казахстана (Павлодарская область) в КХ «Талапкер» Иртышского района. Согласно почвенно-географическому районированию территория земледелия расположена в суббореальном географическом поясе, засушливой степной почвенно-биоклиматической области в подзоне черноземов южных. Почва изучаемого участка – чернозем южный карбонатный, солонцеватый, суглинистого гранулометрического состава, по содержанию гумуса – малогумусные. При проведении исследований изучались следующие сорта культур: сорт донника – Алтынбас, сорт яровой пшеницы – Павлодарская Юбилейная, сорт ячменя – Медуком 85. Применялась зональная технология возделывания донника желтого и зерновых культур (пшеница, ячмень).

Схемы севооборотов: контрольный вариант: чистый черный пар – мягкая яровая пшеница – мягкая яровая пшеница – ячмень; второй севооборот: сидеральный донниковый пар (донник желтый 2 года жизни, посеян под покров ячменя в 2017 г.) – мягкая яровая пшеница – мягкая яровая пшеница – ячмень; третий севооборот: сидеральный донниковый пар (донник желтый 2-го года жизни, посеян в 2017 г. беспокровно) – мягкая яровая пшеница – мягкая яровая пшеница – ячмень. В данном варианте донник в первый год жизни срезали на высоте 16–18 см, измельчали и разбрасывали по полю зеленую массу. На второй год жизни донник желтый при покровном и беспокровном посеве полностью заделывали в почву и проводили обработку поля по типу полупара.

Агрохимический анализ проб из пахотного слоя почвы на содержание гумуса (по методике И. В. Тюрина), подвижного фосфора (по методу Мачигина), обменного калия (по методу Мачигина), азота определяли (по методу Корнфилда) в Государственном учреждении «Республиканский научно-методический центр агрохимической службы» в слое почвы 0–40 см (май, 2019 г.). Влажность почвы определяли весовым методом, пробы отбирали почвенным буром послойно через каждые 10 см на глубину 1 м.

Урожайность донника определяли методом сплошного учета зеленой массы с учетной делянки в фазе бутонизации–начало цветения. Учет урожая зерновых культур проводился методом сплошной уборки со всей площади делянки, в фазе полного созревания. Полученные результаты обрабатывались методом дисперсионного анализа.

Результаты исследований. Донник является неприхотливым растением, обладающим адаптивной устойчивостью к неблагоприятным агроклиматическим условиям, а также к болезням и вредителям, что повышает ценность его как сидеральной культуры. Корневая система донника усваивает труднорастворимые элементы питания и закрепляет их в вегетативной массе. В своих исследованиях З. З. Аюпова, Н. Г. Рыцева отмечали, что при размещении донника под покров ячменя надо создавать более хорошие условия для его всхожести и благополучного роста и развития [11].

Данные по урожайности зеленой массы донника желтого и второго года жизни в сравнении с подпокровным и беспокровным посевом показали, что донник, высеянный под покров, имел меньшую урожайность, чем беспокровный, за счет повреждений растений при посеве ячменя и усиленной конкуренции за площадь питания между культурами (табл. 1).

В результате исследований урожайность зеленой и сухой массы подпокровного донника в год посева составила 12,25 и 4,1 т/га, а на варианте, где донник был засеян беспокровно, урожайность зеленой и сухой массы составила 16,77 и 4,8 т/га, что превышало первый вариант соответственно на 4,52 и 0,7 т/га. В первый год донник срезали на уровне 16–18 см и разбросали по полю, на второй год сидерат полностью заделывали в почву со всеми пожнивными остатками, при этом урожайность зеленой массы донника второго года жизни снижается в сравнении с первым годом, вероятно, причина гибели донника в условиях перезимовки растений, так как при обследовании поля рано весной после схода снега был заметно изрежен травостой.

Урожайность зеленой и сухой массы подпокровного донника второго года жизни составила 11,6 и 3,2 т/га, что на 4,5 и 1,5 т/га ниже в сравнении с беспокровным посевом. Согласно полученным данным видно, что подпокровная культура снижает уровень урожайности зеленой массы донника на первом и втором годах жизни, но учитывая, что мы получаем урожай ячменя, солому и сидерат донника, эти моменты компенсируют сниженную урожайность за счет эффективного использования пашни, что повышает в целом продуктивность севооборота. Однако, если учесть

Таблица 1

Урожайность зеленой массы донника желтого первого и второго года жизни (подпокровный и беспокровный посев), 2017–2018 гг.

Вариант	Урожайность зеленой и сухой массы, т/га			
	2017 г.		2018 г.	
	зеленой массы	сухой массы	зеленой массы	сухой массы
Донник желтый (под покров ячменя)	12,25	4,1	11,60	3,2
Донник желтый (беспокровный посев)	16,77	4,8	15,11	4,7



уровень влияния высокой урожайности сидератов на плодородие почвы и действие, последствие на последующие культуры севооборота, в качестве сидерального предшественника, то эффективность донника в беспокровном варианте повышается.

Влияние подпокровного и беспокровного посева на урожайность донника желтого первого года жизни достоверны и значимы при $P > 0,05$ ($0,0001$), $F_{\text{факт}}(16,14) \geq F_{\text{теор}}(7,70)$ и доля влияние (R^2) подпокровного и беспокровного посева на урожайность донника составил 80 %.

Влияние подпокровного и беспокровного посева на урожайность донника желтого второго года жизни достоверны и значимы при $P > 0,05$ ($0,01$), $F_{\text{факт}}(71,80) \geq F_{\text{теор}}(5,98)$ и доля влияние (R^2) подпокровного и беспокровного посева на урожайность донника составил 92 %.

А. П. Пичугин (2013) в своих исследованиях отмечает, что сидерация с минеральными удобрениями и без них тоже хорошо повышает агрофизические свойства почвы, что способствует уменьшению испарению влаги и рациональному, эффективному ее использованию при правильном подборе смешанных сидеральных агросообществ [12].

В наших исследованиях запас продуктивной влаги почвы в зависимости от предшественников (Иртышский район Павлодарской области, 2019 г., первая декада мая, перед посевом яровой пшеницы) был на контрольном варианте 132,9 мм, в варианте с сидеральным донниковым паром (подпокровный посев) – 138,5 мм и в варианте с сидеральным донниковым паром (беспокровный посев) составил 164,5 мм. Согласно полученным данным можно утверждать, что донник в качестве сидерата позволяет накапливать влагу в почве.

В настоящее время в основных зерносеющих регионах Казахстана система земледелия нацелена на получение высокого урожая и прибыли, а воспроизводство плодородия отходит на последнее место. Вынос элементов питания не восполняется, удобрения, особенно органические, вносятся минимально или вообще не вносятся, что приводит к дефициту питательных веществ в почве, происходит нерациональный и трудно восполняемый расход биологических ресурсов.

В. Г. Лошаков отмечает, что при запашке сидерата горчицы с 1 т сухого вещества на 1 га поступало в среднем 386 кг углерода, 31 – азота, 11 – фосфора и 19 кг калия. В результате сидерации в почве активизировался микробиологический процесс и повысилось количество сапрофитной микрофлоры, а также наблюдалось улучшение агрохимические свойства почвы, снижалась объемная масса пахотного слоя почвы, происходило повышение структурных агрегатов и улучшилась водопроницаемость почвы, за счет оптимизации условий развития зерновых культур в севообороте за одну ротацию снизилась засоренность посевов на 47 %, что позволяет минимизировать применение гербицидов для борьбы с сорняками [13, 14].

Агрохимические анализы на содержание гумуса и элементов питания почвы показали, что за два года вегетации сидерат донника положительно повлиял на плодородие не только верхних, но и нижних слоев почвы (табл. 2).

Согласно полученным данным, большое влияние на содержание гумуса и элементов питания имеет количество поступающей зеленой массы. В варианте беспокровного донника урожайность зеленой массы была выше в сравнении с подпокровным, в этом варианте и видны заметные сдвиги содержания гумуса и NPK в 20–40 см слое почвы.

Содержание гумуса в варианте с сидеральным донниковым паром (подпокровный посев) в слое почвы 0–20 см увеличилось на 0,1 % и в слое почвы 20–40 см на 0,8 %, а в варианте с сидеральным донниковым паром (беспокровный посев) в слое почвы 0–20 см отмечалось увеличение на 0,3 % и в слое почвы 20–40 см на 0,9 %.

Содержание подвижных форм азота в варианте с сидеральным донниковым паром (подпокровный посев) в слое почвы 0–20 см составило 107,2 мг/кг, что на 14,6 мг/кг меньше, чем в варианте с сидеральным донниковым паром (беспокровный посев) – 121,8 мг/кг.

В вариантах с сидеральным донниковым паром (покровно и беспокровно) отмечается рост содержания подвижных форм фосфора по слоям 0–20 и 20–40 см на 1,4–3,8 мг/кг и на 2,4–4,3 мг/кг соответственно в сравнении с контролем.

Отмечается также рост содержания подвижных форм калия (K_2O) во всех вариантах в сравнении с контролем, по слоям 0–20 и 20–40 см 333–625 мг/кг и 288–443 мг/кг соответственно.

В Красноярском крае установлено, что запашка 12 т/га сидерата донника во влажные годы способствовала полу-

Таблица 2

Влияние сидеральных донниковых паров (за два года 2017–2018 гг.) на содержание гумуса и элементов питания (подвижные формы NPK) перед посевом зерновых культур в севообороте (май, 2019 г.)

Предшественник (вариант)	Слой почвы, см	Содержание гумуса,		Азот (N)		Фосфор (P_2O_5)		Калий (K_2O)	
		%	+/- к контролю, %	мг/кг	+/- к контролю, мг/кг	мг/кг	+/- к контролю, мг/кг	мг/кг	+/- к контролю, мг/кг
Чистый черный пар (контроль)	0-20	3,4	-	98	-	12,2	-	590	-
	20-40	2,4	-	72,8	-	4,3	-	376	-
Сидеральный донниковый пар (посев под покров ячменя)	0-20	3,5	+ 0,1	107,2	+ 9,2	13,6	+1,4	715	+625
	20-40	3,2	+ 0,8	83,5	+ 10,7	6,7	+ 2,4	664	+288
Сидеральный донниковый пар (беспокровный посев)	0-20	3,7	+ 0,3	121,8	+ 23,8	16	+ 3,8	923	+333
	20-40	3,3	+ 0,9	92,4	+ 19,6	8,6	+ 4,3	819	+ 443

чению прибавки пшеницы более 10 центнеров и повышалась продуктивность севооборота [15]. По данным И. Я. Пигорева, включение занятых сидеральных паров в севооборот хорошо повлияло на продуктивность культур и отлично подошел как один из методов окультуривания темно-серой почвы [15, 16].

Действие и последствие сидеральных (донниковых) паровых предшественников на урожайность зерновых культур в севообороте в основном зависели от урожайности зеленой массы сидерата и уровня продуктивной влаги, обеспеченности осадками во время вегетации (табл. 3).

Урожайность зерновых культур (за 2019–2021 гг.) за ротацию севооборота в среднем на контрольном варианте составила 1,34 т/га, в варианте с сидеральным (донниковым) паром (беспокровный посев) – 1,75 т/га, прибавка составила 0,41 т/га, в варианте с сидеральным (донниковым) паром (посев под покров) урожайность в среднем за три года зерновых и подпокровной культуры ячменя за ротацию составила 1,48 т/га т/га, прибавка составила 0,14 т/га в сравнении с контролем, однако сумма урожайности на подпокровном варианте за ротацию за счет подпокровной культуры больше всех вариантов и составила 5,9 т/га, что больше по сравнению с контрольным вариантом на 1,88 т/га и больше по сравнению с беспокровным вариантом на 0,64 т/га. Высокая урожайность пшеницы наблюдалась после паровых полей в 2019 г. (1,43–1,90 т/га), что связано с лучшей влагообеспеченностью посевов в период вегетации, в остальные годы отмечается снижение уровня урожайности культур, так как вегетационные периоды 2020 и 2021 гг. были острозасушливыми и засушливыми, однако за счет сидерации урожайность культур была выше, чем на контроле. Влияние сидерального донникового пара в качестве предшественника на урожайность зерновых культур статистически значимо и существенно.

Заключение. Таким образом, оценка влияния сидеральных донниковых паров (под покров ячменя и беспокрова) на показатели содержания гумуса и элементов питания в почве показала, что в таких парах отмечается рост гумуса с глубиной от 0,1 до 0,9 % в сравнении с чистым паром. Отмечается также рост содержания подвижных форм азота на 9,2–23,8 мг/кг, фосфора на 1,4–4,3 мг/кг, калия на 288–625 мг/кг по сравнению с контролем. Следовательно, в связи с лучшими условиями питания в этих вариантах формируется и более высокая урожайность зерновых культур в севообороте – на 0,14–0,41 т/га больше, чем на контроле. Урожайность зерновых культур (за 2019–2021 гг.) за ротацию севооборота в среднем на контрольном варианте составила 1,34 т/га, в варианте с сидеральным (донниковым) паром (беспокровный посев) – 1,75 т/га, прибавка составила 0,41 т/га, в варианте с сидеральным (донниковым) паром (посев под покров) урожайность в среднем за три года зерновых и подпокровной культуры за ротацию составила 1,48 т/га т/га, прибавка составила 0,14 т/га в сравнении с контролем, однако сумма урожайности на подпокровном варианте за ротацию за счет подпокровной культуры больше всех вариантов и составила 5,9 т/га, что больше по сравнению с контрольным вариантом на 1,88 т/га и больше по сравнению с беспокровным вариантом на 0,64 т/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беспамятный В. И. К Истории изучения полевых севооборотов на Алтае // Современные проблемы сельского хозяйства и пути их решения: Юбил. сб. научн. тр. / РАСХН. Сиб. отд-ние, АНИИЗиС. Барнаул, 2000. С. 27–44.
2. Ахметов К. А. Севообороты Северного Казахстана. Шортанды, 2000. С. 8–15.
3. Савин А. В. Донник белый в зерновом севообороте // Земледелие. 2009. № 5. С. 7–9
4. Waddington L. Control of Wads in forade crops // Res Report Exp Commetce Wuds Wesiera Canada. Yashoton, Yash, November. 1978. No. 21. P. 21–30.
5. Goplen B. Yroroing and manading alfalfa in Canada // Cnada Arg. 1982. No. 1705. P. 1–49.
6. Hinh N., Aspinall D. Post emergence wad control in alfalfa // Expert Comm Wads Eaitenn Leot Canada. 1979. No. 24. P. 43.
7. Seguin P. Review of factors determining legumes sodseeding outcome during rasture renovation in North America // Biotechnol. Agron. Soc. Envi-ronnem. 1998. Vol. 2. P. 120–127.
8. Чекалин С. Г. Донник в биологизации земледелия в Западном Казахстане // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 4 (48). С. 31–33.
9. Чичкин А. П., Шаболюкина Е. Н., Пронина О. В. Взаимодействие удобрений, обработки почвы, условия влагообеспеченности и сорта в степном Заволжье // Бюл. ВИУА. 2001. № 114. С. 46.
10. Органические удобрения в интенсивном земледелии / В. А. Васильев [и др.]. М., 1984. С. 126–136.
11. Аюпов З. З., Рыцева Н. Г. Продуктивность полевых севооборотов в зависимости от системы основной обработки почвы и удобрений // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 2. С. 10–12.
12. Пичугин А. П. Запасы доступной влаги в почве под озимой пшеницей по занятому и сидеральному парам // Земледелие. 2013. № 6. С. 12–15.

Таблица 3

Влияние сидеральных донниковых паров на урожайность зерновых культур (пшеница, ячмень) в севообороте за 1 ротацию, 2019–2021 гг.

Вариант	Урожайность зерна пшеницы, т/га		Урожайность зерна ячменя, т/га		Среднее, т/га	Сумма урожайности за ротацию севооборота, т/га
	2019 год	2020 год	2017 год (подпокровный)	2021 год		
Чистый черный пар (контроль)	1,43	1,22	-	1,37	1,34	4,02
Сидеральный донниковый пар (посев под покров ячменя)	1,71	1,46	1,14	1,59	1,48	5,9
Сидеральный донниковый пар (беспокровный посев)	1,90	1,56	-	1,80	1,75	5,26
НСР ₀₅	0,15	0,17		0,17	-	

13. Лошаков В. Г. Экологические проблемы современных агроландшафтов // Экология и культура: от прошлого к будущему: материалы V Всерос. науч.-практ. конф. Ярославль-Борок, 2013. С. 13–19.

14. Лошаков В. Г. Поживная сидерация и плодородие дерновоподзолистых почв // Земледелие. 2007. № 1. С. 11–13.

15. Берзин А. М., Шпедт А. А. Использование зеленых удобрений в Красноярском крае // Агрохимия. 2001. № 5. С. 27–32.

16. Пигорев И. Я. Перспективы применения нетрадиционных органических удобрений на картофеле в Центральном Черноземье // Аграрная наука. 2013. № 11. С. 17–19.

REFERENCES

1. Bespamyatny V. I. On the history of the study of field crop rotations in Altai. *Modern problems of agriculture and ways to solve them*. Barnaul, 2000: 27–44. (In Russ.).

2. Akhmetov K. A. Crop rotations of Northern Kazakhstan. Shortandy, 2000: 8–15. (In Russ.).

3. Savin A. V. White sweet clover in grain crop rotation. *Agriculture*. 2009; 5: 7–9. (In Russ.).

4. Waddington L. Control of Wads in forage crops. *Res Report Exp Commetce Wuds Wesiera Canada*. Yashoton, Yash, November. 1978; 21: 21–30.

5. Goplen B. Yroring and manading alfalfa in Canada. *Cnada Arg*. 1982; 1705: 1–49.

6. Hinhs N., Aspinall D. Post emergence wad control in alfalfa. *Expert Comm Wads Eait-enn Leot Canada*. 1979; 24: 43.

7. Seguin P. Review of factors determining legumes sodseeding outcome during rasture ren-ovation in North America. *Biotechnol. Agron. soc. Environnem*. 1998; 2: 120–127.

8. Chekalin S. G. Sweet clover in the biologization of agriculture in Western Kazakhstan. *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*. 2019; 4 (48): 31–33. (In Russ.).

9. Chichkin, A.P., Shabolokina, E.N., and Pronina, O.V., Interaction of fertilizers, tillage, moisture conditions, and varieties in the trans-Volga steppe. *Byull. VIUA*. 2001; 114: 46. (In Russ.).

10. Organic fertilizers in intensive farming / V. A. Vasiliev et al. Moscow, 1984: 126–136. (In Russ.).

11. Ayupov Z. Z., Rytseva N. G. Productivity of field crop rotations depending on the system of basic tillage and fertilizers. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2010; 2: 10–12. (In Russ.).

12. Pichugin, A.P., Reserves of available moisture in soil under winter wheat according to occupied and green manure fallows. *Agriculture*. 2013; 6: 12–15. (In Russ.).

13. Loshakov VG Ecological problems of modern agricultural landscapes. *Ecology and culture: from the past to the future*. Yaroslavl-Borok, 2013: 13–19. (In Russ.).

14. Loshakov VG Stubble green manure and fertility of soddy podzolic soils. *Agriculture*. 2007; 1: 11–13. (In Russ.).

15. Berzin A. M., Shpedt A. A. The use of green fertilizers in the Krasnoyarsk Territory. *Agrochemistry*. 2001; 5: 27–32. (In Russ.).

16. Pigorev I. Ya. Prospects for the use of non-traditional organic fertilizers on potatoes in the Central Chernozem region. *Agrarian science*. 2013; 11: 17–19. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 03.03.2022; одобрена после рецензирования 28.03.2022; принята к публикации 15.04.2022.

The article was submitted 03.03.2022; approved after reviewing 28.03.2022; accepted for publication 15.04.2022.

