

6. Никитишен В.И. Плодородие почвы и устойчивость функционирования агроэкосистемы / В.И. Никитишен; [отв. ред. В.Г. Минеев]. – М.: Наука, 2002. – 258 с.
7. Состояние плодородия пахотных почв Томской области / Е. А. Сиротина, А. И. Живаго, Н. В. Сазонова [и др.] // Агрохимический вестник. – 2017. – № 2. – С. 2. – EDN YOQXFR.
8. Степанов, М. И. Мониторинг плодородия пахотных почв Новосибирской области / М. И. Степанов, Г. И. Ефимова, С. Ю. Есбатырова // Земледелие. – 2017. – № 7. – С. 16–20.
9. Устойчивость почв к естественным и антропогенным воздействиям: Тез. докл. Всерос. конф., 24–25 апр. 2002 г., Москва / [Сост. Н.Б. Хитров]. – М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2002. – 489 с.
10. Устойчивость южно-таежных экосистем северо-восточной части Московской области к воздействию кислотных осадков / А. Н.

- Филаретова, П. П. Кречетов, Т. В. Королева, Т. М. Дианова // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 11-3. – С. 542–547.
11. Фирсова, Е. А. Мониторинг земель сельскохозяйственного назначения Тверской области по основным показателям плодородия: обоснование динамики и оценка потенциала / Е. А. Фирсова, С. С. Фирсов // Плодородие. – 2018. – № 6(105). – С. 39–44. – DOI 10.25680/S19948603.2018.105.13. – EDN SLRKWL.
12. Чекарев, П. А. Агрохимическое состояние пахотных почв ЦЧО России // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – № 9. – С. 17–20.
13. Чижикова Н.П. Необратимые изменения минералогического состава почв и проблемы их устойчивости к антропогенному воздействию / Н.П. Чижикова // Экология и почва: Избранные лекции 1-7 школ. – Пушкино, 1998. – С. 65 – 74.

MONITORING THE ACIDITY STATE OF AGRO-GRAY SOIL AND BIODIAGNOSTICS OF ITS STABILITY TO ACIDIFICATION

**F.Yu. Bobrakov, graduate student, R.N. Ushakov, professor, doctor of agricultural sciences
IFGBOU HE "Ryazan State Agrotechnological University named after
P.A. Kostycheva", 390044, Ryazan, st. Kostycheva, 1, E-mail: r.ushakov1971@mail.ru**

To date, in the Ryazan region, the share of acidic soils (pH_{KCl} up to 5.5 units) accounts for about 77% of soils with a weighted average pH_{KCl} value of 5.2 units. Close to neutral (pH_{KCl} 5.6–6.0) – only 16% of soils. Using the example of a farm, the change in soil acidity in agro-gray loamy soil from 2005 to 2015 was established. The share of soils with a slightly acidic and close to neutral reaction environment decreased by 32.1% (absolute) – from 71.7 to 39.6% and 5.4% (absolute) – from 15.5 to 10.1%, respectively (Table 3). The deterioration in acidity can be explained by a significant ($p < 0.01$) decrease in the content of exchangeable calcium over 10 years – from 13.4 to 10.8 mg-eq/100 g. An increase in soil acidity is associated with the problem of reducing the soil's resistance to adverse effects. A biodiagnostic approach was used. It was established that in poorly cultivated agro-gray soil (humus 2.2–2.4%) in the acid load range from 0 to 0.121 mmol/l and the corresponding range of actual acidity values from 6.4 to 4.1, the total number of microorganisms decreased by 4 times (from 44.412 to 11.438 CFU/106/g). In cultivated soil (humus content of at least 2.7%), due to the not so significant effect of acidification (actual acidity changed from 6.7 to 5.4), the total number of microorganisms decreased slightly – from 57.965 to 53.266 CFU/106/g. Key words: agro-gray soil, soil acidity, stability, microbiological activity.

УДК: 633:631.559:63186

DOI: 10.25680/S19948603.2024.137.09

ВЛИЯНИЕ СИДЕРАЦИИ НА УРОЖАЙНОСТЬ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР И ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕВООБОРОТА

**А.Ю. Кишев, к.с.-х.н., e-mail: a.kish@mail.ru, Scopus ID: 57221335709, ORCID ID: 0000-0003-2838-6876,
Х.А. Битов, В.С. Бжеумыхов, д.с.-х.н., ORCID ID: 0009-0005-3047-8122,
ФГБОУ «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова»
Россия, 360030, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, проспект Ленина, 1в**

Показано, что сидерация приближает агроценоз к биоценозу и оптимизирует условия минерального питания для растения, под которое запахивают зеленую массу. Влияние сидеральных культур на плодородие почвы и урожайность культуры севооборота изучали в 2019–2023 г. в звене севооборота: 1 – сидеральный пар; 2 – озимая пшеница; 3 – кукуруза на зерно; 4 – ячмень в предгорной зоне Кабардино-Балкарской Республики с умеренно-теплым климатом и умеренным увлажнением. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный среднemocный. Сидеральные культуры (горох, яровая вика, горчица белая, суданская трава) запахивали в фазе цветения. В первый год использования сидератов урожайность озимой пшеницы сорта Алексеич в среднем за три года в гороховом сидеральном пару была выше на 0,50 т/га, или на 12%, при сидерации яровой викой и горчицей белой – на 0,37 и 0,29 т/га соответственно, чем в контрольном варианте (5,32 т/га). Сидерация суданской травой приводила к снижению урожайности озимой пшеницы сорта Алексеич в среднем за три года на 0,02 т/га относительно контрольного варианта. На второй культуре севооборота – кукурузе на зерно (гибрид Краснодарский 291 АМВ) в первый год последствия преимуществ сидерации более выражены. Максимально эффективными были варианты сидерации горчицей белой и горохом, где прибавка урожайности кукурузы на зерно относительно контроля составила 1,01–0,97 т/га, или 18–17% соответственно. Урожайность ячменя озимого сорта Достойный в вариантах сидерации в среднем за два года превышала контрольные значения на 0,39–0,54 т/га. Максимальная прибавка урожайности ячменя наблюдалась в вариантах сидерации яровой викой (28%) и горчицей белой (29%). Включение в севооборот горчичного сидерального пара обеспечило большую продуктивность севооборота в опыте (4,44 т/га), превысив контрольные значения на 23%. Севообороты с сидеральными парами увеличивали выход кормовых единиц на 7,5–21,8% в зависимости от сидеральной культуры. При заделке горчицы белой прибавка составила 1,48 т/га. Сидерация суданской травой была менее эффективной относительно сидерации как горчицей белой, так и горохом и яровой викой, но превышала контрольные значения на 0,51 т/га.

Ключевые слова: сидерация, горох, яровая вика, горчица белая, суданская трава, урожайность, продуктивность севооборота.

Биологическое земледелие вызывает значительный интерес в научном и практическом плане как агротехнология экологически безопасного увеличения плодородия почв на основе приоритетного признания органического вещества и широкого использования сидерации. Характеристики почвенного питания растений в агроценозах схожи с теми, которые наблюдаются в природных ценозах. Сидерация, в свою очередь, в определенной мере приближает агроценоз к биоценозу и оптимизирует условия минерального питания для растения, под которое запахивается зеленая масса. Обобщение результатов научных исследований и производственных экспериментов в разнообразных почвенно-экологических условиях указывает на то, что использование сидерации способствует улучшению основных свойств почвы и повышению урожайности сельскохозяйственных культур в целом [5-7, 11].

Низкие расходы на возделывание и заделку зеленой массы в почву делают сидерацию экономически выгодной и заслуживающей большего внимания со стороны сельскохозяйственных производителей. Результаты оценки воздействия сидеральных паров на состав микрофлоры почвы и ее биологическую активность предоставляют возможность улучшения плодородия почв и повышения урожайности сельскохозяйственных культур через структуру севооборота [4, 9].

Биологизированный севооборот за счет промежуточных сидеральных культур позволяет снизить дозы минеральных удобрений для достижения запланированной урожайности [1, 2, 10].

Большой ассортимент сидератов, предназначенных для использования в самостоятельных и промежуточных посевах, способствует подбору сидеральных культур с учетом климатических, почвенных и экономических условий. Среди них можно выделить бобовые: многолетний и однолетний люпины, донник, озимая и яровая вика, горох, чина, люцерна, клевер, чечевица, эспарцет, соя; злаковые: озимая рожь, пажитник, однолетний и многолетний райграс, а также крестоцветные: горчица, озимый и яровой рапс, озимая сурепица, масличная редька и др. [3, 8]. Немало важное значение при выборе сидеральной культуры оказывает развитие семеноводства в регионе.

Цель исследования – изучить влияние сидерации на урожайность полевых культур и продуктивность звена севооборота.

Методика. Исследования проводили в течение 2019-2023 г. в звене севооборота: 1 – сидеральный пар; 2 – озимая пшеница; 3 – кукуруза на зерно; 4 – ячмень. Изучалось влияние сидеральных культур на показатели плодородия почвы и урожайность культуры севооборота. Территория экспериментального участка входит в предгорную континентальную зону умеренно-теплого климата с умеренным увлажнением Кабардино-Балкарской Республики. Сумма положительных температур за период активной вегетации растений 3057°C. Среднегодовая сумма осадков 484 мм, причем большая часть осадков (около 363 мм) выпадает за период активной вегетации (максимальное количество в мае-июне). Почва опытного участка – чернозем обыкновенный среднесильно-слабосмытый глинистый на карбонатных глинах. Содержание гумуса – 4,6%. Все сидеральные культуры (горох, яровая вика, горчица белая, суданская трава) запахивали в фазе цветения. Объектом исследований являлись сорта и гибриды полевых культур, районированные для Северо-Кавказского региона: озимая пшеница – среднеспелый сорт Алексеич, кукуруза на зерно – гибрид Краснодарский 291 АМВ, ячмень озимый – среднеспелый сорт Достойный. Агротехника сельскохозяйственных культур общепринятая в зоне. Общая площадь делянки 105 м², учетная – 34 м². Повторность опыта четырехкратная. Расположение делянок систематическое.

Результаты и их обсуждение. Увеличение плодородия почвы – основной фактор дальнейшего роста урожая сельскохозяйственных культур. Значительную роль в этом процессе играют органические удобрения: навоз, торф, зелёные удобрения. Особое внимание в последние годы уделяют зелёным удобрениям. Различия в прямом действии и последствии сидерации на свойства почвы связаны с неодинаковым количеством поступающей в почву массы сидеральных культур и разным их химическим составом.

В первый год использования сидератов, по результатам наших исследований, урожайность озимой пшеницы в среднем за три года в гороховом сидеральном пару была выше на 0,50 т/га, или на 12%, при сидерации яровой викой и горчицей белой выше на 0,37 и 0,29 т/га соответственно, чем в контрольном варианте (табл. 1).

Влияние сидерации на продуктивность севооборота

Вариант опыта	Урожайность, т/га			Сбор к. е. культурами севооборота, т/га			Выход в звене севооборота, т/га	
	озимая пшеница, 2020-2022 г.	кукуруза на зерно, 2021-2023 г.	ячмень, 2022-2023 г.	озимая пшеница, 2020-2022 г.	кукуруза на зерно, 2021-2023 г.	ячмень, 2022-2023 г.	зерна	к. е.
Контроль	5,32	5,76	3,35	8,41	14,05	4,66	3,61	6,79
Горох	5,82	6,73	3,89	9,20	16,42	5,41	4,12	7,78
Яровая вика	5,69	6,32	4,29	8,99	15,42	5,96	4,08	7,61
Горчица белая	6,61	6,77	4,33	10,44	16,52	6,02	4,44	8,27
Суданская трава	5,30	6,38	3,74	8,37	15,57	5,19	3,87	7,30
НСР ₀₅							0,18	0,34

Сидерация суданской травой приводила к снижению урожайности озимой пшеницы сорта Алексеич в среднем за три года на 0,02 т/га относительно контрольного варианта. В 2022 г., когда условия минерализации органического вещества зеленого удобрения были

благоприятными, все варианты сидерации по урожайности озимой пшеницы достоверно превышали контрольный вариант. За три года исследований в 2020 г. урожайность озимой пшеницы в вариантах сидерации была ниже контрольного варианта. Это связано с сильной

изреженностью посевов из-за ингибирования проростков озимой пшеницы продуктами разложения зеленой массы сидератов. Климатические условия августа – сентября 2019 г. способствовали ускорению процесса разложения зеленой массы сидеральных культур. На второй культуре севооборота – кукурузе на зерно – в первый год последствия преимущества сидерации были более выражены.

Из таблицы видно, что за три года исследований урожайность кукурузы на зерно достоверно превышала во всех вариантах сидерации таковую в контрольном варианте. При этом максимально эффективными были варианты сидерации горчицей белой и горохом, где прибавка урожайности кукурузы на зерно относительно контроля

составила 1,01-0,97 т/га, или 18-17% соответственно. Варианты сидерации суданской травой и яровой викой уступали по эффективности повышения урожайности кукурузы на зерно вариантам сидерации горохом и горчицей белой, но превышали урожайность кукурузы на зерно контрольного варианта на 0,62-0,56 т/га, или на 11-10%. Положительное влияние сидерации сохранилось и в последствии на третьей культуре севооборота. Урожайность ячменя в вариантах сидерации в среднем за два года превышала контрольные значения на 0,39-0,54 т/га. Максимальная прибавка урожайности ячменя наблюдалась в вариантах сидерации яровой викой (28%) и горчицей белой (29%).

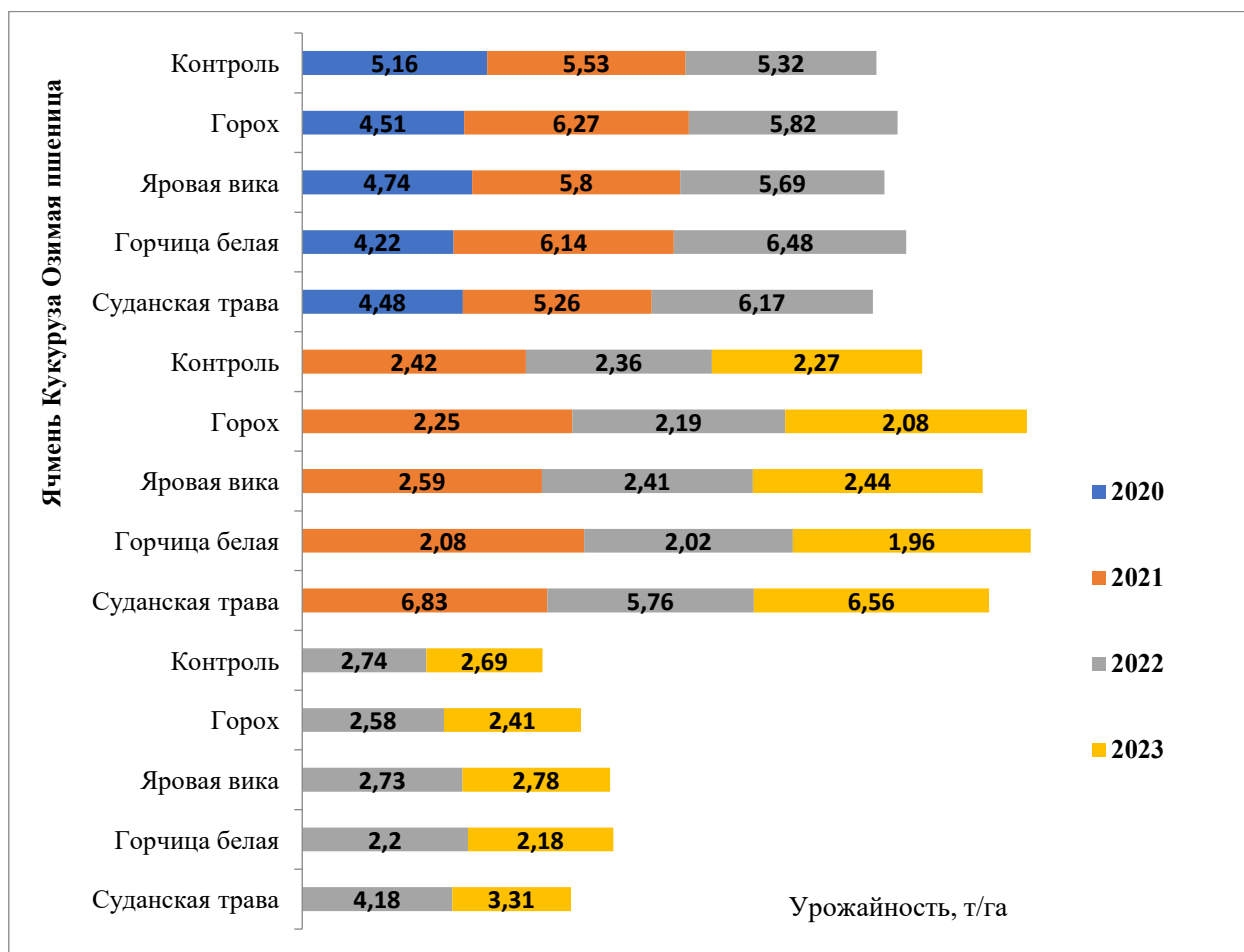


Рис. Урожайность культур севооборота под влиянием сидерации
 НСР₀₅ для озимой пшеницы 2020 г. – 0,28, 2021 г. – 0,32, 2022 г. – 0,26;
 НСР₀₅ кукурузы на зерно 2021 г. – 0,27, 2022 г. – 0,28, 2023 г. – 0,32;
 НСР₀₅ для ячменя 2022-2023 гг. – 0,17)

Применение сидерата в севообороте способствовало увеличению почвенного азота, снижению непроизводительных потерь питательных веществ, улучшению водно-физических свойств почвы и, как результат, повышению продуктивности севооборота. Одним из оценочных показателей эффективности севооборотов при производстве зерна является выход продукции с 1 га севооборотной площади. Из таблицы видно, что по этому показателю варианты сидерации превышали контрольный вариант на 7-23%. В вариантах сидерации горохом и яровой викой в среднем выход зерна в звене севооборота был практически равным и составил 4,12-4,08 т/га, что превышало контрольные значения на 14-13% соответственно. Включение в севооборот горчичного

сидерального пара обеспечило большую продуктивность севооборота в опыте, превысив контрольные значения на 23%. Вариант сидерации суданской травой, с зерновой продуктивностью 3,87 т/га, уступал всем другим видам сидеральных паров, но превышал контрольные значения на 7%.

Полученные данные (см. табл.) по выходу кормовых единиц с 1 га также подтверждают высокую эффективность севооборотов с сидеральными парами. Севообороты с сидеральными парами увеличивали выход кормовых единиц на 7,5-21,8% в зависимости от сидеральной культуры. Эффективность севооборота с горчичным сидеральным паром превосходила другие виды сидерального пара, прибавка составила

1,48 т/га. В опыте сидерация суданской травой была менее эффективной относительно сидерации как горчицей белой, так и горохом и яровой викой, но превышала контрольные значения на 0,51 т/га. В севообороте с гороховым сидератом выход кормовых единиц увеличился относительно контрольного варианта на 14,5%, а сидерация яровой викой позволила увеличить показатель на 12,1%.

Выводы. Сидерация, как один из факторов биологизации севооборота, является важным средством повышения урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности севооборота.

Эффективность сидерации более выражена на второй культуре севооборота.

Сидерация горчицей белой обеспечивает наибольший выход зерна в севообороте: превышение контрольного значения 23%.

Севообороты с сидеральными парами увеличивают выход кормовых единиц на 7,5-21,8% в зависимости от культуры. При заделке горчицы белой прибавка составила 1,48 т/га.

Во избежание изреженности посевов из-за ингибирования проростков озимой культуры продуктами разложения зеленой массы сидератов, следующей культурой за сидеральным паром в севообороте необходимо планировать яровые.

Литература

1. Акименко А. С. Свиридов В. И. Долгополова Н. В. и др. Урожайность ячменя в условиях Центрального Черноземья в зависимости от уровня удобрённости и степени биологизации в севооборотах // Земледелие. – 2022. – № 6. – С. 3–7. doi: 10.24412/0044-3913-2022-6-3-7.

2. Бахвалова С. А., Федорова А. В. Сидераты и урожайность яровой пшеницы // Плодородие. – 2021. – № 2. – С. 36–38. doi: 10.25680/S19948603.2021.119.09.
3. Борисова Е. Е. Применение сидератов в мире // Вестник НГИЭИ. – 2015. – № 6. – С. 24–33.
4. Линков С. А., Акинчин А. В., Закараев А. С., Федоров А. С. Влияние сидеральных культур и способов их заделки на микробиологическую активность почвы и урожайность подсолнечника и кукурузы на зерно // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 9. – С. 36–37.
5. Лошаков В. Г. Экологические и фитосанитарные функции зеленого удобрения // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 5. – С. 30–42. doi: 10.26897/0021-342X-2018-5-30-42
6. Лукин С. В. Влияние биологизации земледелия на плодородие почв и продуктивность агроценозов (на примере Белгородской области) // Земледелие. – 2021. – № 1. – С. 11–15. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10103.
7. Рудакова Л. В., Кравцова Е. В. Использование зеленых удобрений как один из аспектов экологизации сельского хозяйства // Зерновое хозяйство России. – 2018. – № 4. – С. 15–20.
8. Стрельникова Е. А., Горлова Л. А., Бочкарева Э. Б., Трубина В. С. Масличные капустные культуры – перспективный высокоэффективный сидерат // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2018. – № 12-1. – С. 125–131. doi: 10.24411/2500-1000-2018-10344.
9. Теймуров С. А., Ярмагомедов А. Н., Рамазанов А. В., Бабаева Т. Т. Влияние видов удобрений на динамику питательных веществ в пахотном слое лугово-каштановой почвы // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2021. – № 2. – С. 51–55. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2021/2/51-55>.
10. Эседуллаев С. Т., Касаткин С. А. Использование сидеральных культур и их смесей при выращивании картофеля в Верхневолжье // Земледелие. – 2021. – № 6. – С. 16–20. doi: 10.24412/0044-3913-2021-6-16-20.
11. Dengke Ma, Lina Yin, Wenliang Ju, Xiankun Li, Xiaoxiao Liu, Xiping Deng, Shiwen Wang. Meta-analysis of green manure effects on soil properties and crop yield in northern China. *Field Crops Research*. Volume 266, 2021. Pages 108–146. ISSN 0378-4290. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108146>.

THE INFLUENCE OF GREEN MANURE ON THE YIELD OF FIELD CROPS AND THE PRODUCTIVITY OF CROP ROTATION

**Kishev A. Yu., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
e-mail: a.kish@mail.ru, Scopus ID: 57221335709, ORCID ID: 0000-0003-2838-6876, Bitov H.A., Postgraduate student,
Bzheumykhov V.S., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, ORCID ID: 0009-0005-3047-8122
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
"Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov",
Russia, 360030, Kabardino-Balkarian Republic, Nalchik, 1v Lenin Avenue**

Sideration brings the agroцenosis closer to the biocenosis and optimizes the conditions of mineral nutrition for the plant under which the green mass is plowed. The influence of green manure crops on soil fertility indicators and the yield of crop rotation crops was studied during 2019-2023. in the crop rotation link: green manure fallow – winter wheat – corn for grain – barley in the foothill zone of the Kabardino-Balkarian Republic with a moderately warm climate and moderate moisture. The soil of the experimental plot is ordinary medium-thick chernozem. Green manure crops (peas, spring vetch, white mustard, Sudanese grass) were plowed in the flowering phase. In the first year of using green manure, the yield of winter wheat variety Alekseich on average over three years in pea green manure fallow was higher by 0.50 t/ha or 12%, with green manure with spring vetch and white mustard by 0.37 and 0.29 t/ha respectively, than in the control variant (5.32 t/ha). Green manure with Sudanese grass led to a decrease in the yield of winter wheat variety Alekseich on average over three years by 0.02 t/ha relative to the control variant. On the second crop of crop rotation – corn for grain (hybrid Krasnodar 291 AMB) in the first year of aftereffect, the benefits of green manure were more pronounced. The most effective options were greening with white mustard and peas, where the increase in corn grain yield relative to the control was 1.01-0.97 t/ha or 18-17%, respectively. The yield of barley of the Dostoy-ny variety in green manure options on average over two years exceeded the control values by 0.39-0.54 t/ha. The maximum increase in barley yield was observed in green manure options with spring vetch (28%) and white mustard (29%). The inclusion of mustard green manure fallow in the crop rotation ensured greater productivity of the crop rotation in the experiment (4.44 t/ha), exceeding the control values by 23%. Crop rotations with green manure fallows increased the yield of feed units by 7.5-21.8% depending on the green manure crop. When planting white mustard, the increase was 1.48 t/ha. Green manure with Sudan grass was less effective compared to green manure with white mustard, peas and spring vetch, but exceeded the control values by 0.51 t/ha. Keywords: green manure, peas, spring vetch, white mustard, Sudanese grass, yield, crop rotation productivity.