

УДК 633.11

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки)

ОРГАНИЧЕСКИЕ И МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ В РЕАЛИЗАЦИИ ПОТЕНЦИАЛА УРОЖАЙНОСТИ ЦИКОРИЯ КОРНЕВОГО СОРТА «ПЕТРОВСКИЙ»

Пургина Анастасия Вячеславовна
аспирант, РИНЦ SPIN-код: 6542-3147
Брянский ГАУ, Брянская область, Россия

Смольский Евгений Владимирович
д. с.-х. н., доцент
РИНЦ SPIN-код: 5507-3447
sev_84@mail.ru

Катунина Анна Александровна
студент
Брянский ГАУ, Россия, 243365, Брянская область, Выгоничский район, с. Кокино, ул. Советская 2а

В работе представлены результаты лабораторно-полевого опыта возделывания цикория корневого сорта «Петровский» на серых лесных почвах опытного поля Брянского ГАУ в погодных условиях 2022-2024 годов с целью выявить возможность управления урожайностью культуры при применении органического и минерального удобрения. В результате исследований установили, что адаптация, экологическая пластичность и стабильность посевов цикория корневого изменяются в зависимости от уровня применения органического и минерального удобрения. Повышение уровня минерального питания при возделывании цикория корневого увеличивает коэффициент адаптации к факторам среды соответственно от 0,81 до 0,99 (органическое удобрение) и от 1,00 до 1,39 (минеральное удобрение). Органическое и минеральное удобрения обеспечивает среднюю и сильную изменчивость показателя урожайности корнеплодов. Возделывание цикория корневого в контрольном варианте способствует получению показателя экологической пластичности меньше единицы, а экологическую стабильность на уровне 8,18. Органическое удобрение обуславливает экологическую пластичность меньше единицы и среднюю экологическую стабильность. Минеральное удобрение обуславливает высокую пластичность и очень низкую стабильность. Реализация потенциала урожайности корнеплодов цикория зависит от уровня применения минерального удобрения и оптимальных условий среды, без которых уровень реализации – 31,5 %. Применение минерального удобрения в дозе $N_{120}P_{120}K_{120}$ обеспечивают реализацию потенциала урожайности культуры на уровне 74,1 %

Ключевые слова: ЦИКОРИЙ КОРНЕВОЙ, ОРГАНИЧЕСКИЕ И МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ,

UDC 633.11

4.1.3. Agrochemistry, agrosoil science, plant protection and quarantine (agricultural sciences)

ORGANIC AND MINERAL FERTILIZERS IN REALIZING THE YIELD POTENTIAL OF PETROVSKY ROOT CHICORY

Purgina Anastasia Vyacheslavovna
graduate student, RSCI SPIN-code: 6542-3147
Bryansk SAU, Bryansk region, Russia

Smolsky Evgeny Vladimirovich
Dr.Sci.Agr., assistant professor
RSCI SPIN-code: 5507-3447
sev_84@mail.ru

Katunina Anna Alexandrovna
student
Bryansk SAU, Russia, 243365, Bryansk region, Vygonichsky district, Kokino, Sovetskaya 2a

The article presents and analyzes the results of laboratory-field experience in cultivating chicory root sotra "Petrovsky" on gray forest soils of the experimental field of the Bryansk GAU in weather conditions of 2022-2024 in order to identify the possibility of crop yield management when using organic and mineral fertilizers. As a result of research, it was found that the adaptation, environmental plasticity and stability of root chicory crops vary depending on the level of use of organic and mineral fertilizer. An increase in the level of mineral nutrition during cultivation of root chicory increases the coefficient of adaptation to environmental factors, respectively, from 0.81 to 0.99 (organic fertilizer) and from 1.00 to 1.39 (mineral fertilizer). Organic and mineral fertilizers cause medium and strong variability in the yield of root crops. Cultivation of root chicory in the control variant leads to an environmental plasticity index of less than one, and environmental stability at the level of 8.18. Organic fertilizer causes environmental plasticity of less than one and average environmental stability. Mineral fertilizer causes high plasticity and very low stability. The realization of the crop potential of chicory roots depends on the level of use of mineral fertilizer and optimal environmental conditions, without which the level of realization is 31.5%. The use of mineral fertilizer in the dose of $N_{120}P_{120}K_{120}$ ensures the realization of the crop yield potential at the level of 74.1%

Keywords: CHICORY ROOT, ORGANIC AND MINERAL FERTILIZERS, GRAY FOREST SOIL,

СЕРАЯ ЛЕСНАЯ ПОЧВА, БРЯНСКАЯ ОБЛАСТИ, АДАПТАЦИЯ, ПЛАСТИЧНОСТЬ, СТАБИЛЬНОСТЬ, ПОТЕНЦИАЛ УРОЖАЙНОСТИ

BRYANSK REGION, ADAPTATION, PLASTICITY, STABILITY, YIELD POTENTIAL

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-221-026>

Введение. Проблеме определения соответствия различных сортов сельскохозяйственных культур почвенно-климатическим условиям конкретного региона, установленных через экологические показатели (адаптивность, пластичность, стабильность) посвящено множество работ на различных культурах и регионах возделывания. Широкий охват различных сельскохозяйственных культур, сортов и гибридов, а также условий окружающей среды при возделывании подтверждает универсальность методики.

В нашем исследовании данная методика использовалась не как подбор сорта или гибрида к определённым условиям возделывания, а как создание оптимальных условий возделывания (улучшения минерального питания) для повышения урожайности цикория корневого, то есть изменения одного из факторов окружающей среды, его оптимизация по средствам обеспечения растения подвижными формами основных элементов питания.

Цель исследований – оценить эффективность применения органических и минеральных удобрений в управлении урожайностью корнеплодов цикория корневого сорта «Петровский» на серых лесных почвах Брянской области.

Материалы и методы исследования. Возделывании цикорий корневой сорта «Петровский» в лабораторно-полевом опыте на опытном поле Брянского ГАУ в погодных условиях 2022-2024 годов. Почвенный покров пашни опытного поля сформирован серой лесной среднесуглинистой почвой, агрохимические свойства пахотного горизонта: 1,45-1,93 % – органического вещества (по Тюрину), 4,87-5,17 ед. – обменная кислотность, 299-354 и 184-209 мг/кг соответственно подвижные фосфор и калий (по Кирсанову).

Схема применения удобрения в лабораторно-полевом опыте: 1. Без

применения удобрения, контрольный вариант; 2. Органическое удобрение в дозе 20 т/га; 3. Органическое удобрение в дозе 40 т/га; 4. Минеральное удобрение в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$; 5. Минеральное удобрение в дозе $N_{90}P_{90}K_{90}$; 6. Минеральное удобрение в дозе $N_{120}P_{120}K_{120}$.

Оценка экологических показателей агроценоза цикория корневого в зависимости от доз органического и минерального удобрения проводили по критерию «урожайность», расчёт вели, согласно указаний [1-3], коэффициент адаптации равен отношению средней урожайности по варианту к общей средней урожайности по опыту, стрессоустойчивость равна разности минимальной и максимальной урожайности по варианту, компенсационная способность равна среднему значению минимальной и максимальной урожайности по варианту, экологическая пластичность рассчитана как коэффициент регрессии урожайности на индекс среды, экологическая стабильность равна дисперсия отклонений от линии регрессии.

Уборку урожая корнеплодов цикория корневого проводили вручную поделяночно в середине октября.

В нашей работе оценивали создание благоприятных условий по средствам применения органического и минерального удобрения при возделывании цикория корневого сорта «Петровский» по критерию «урожайность», как интегрального показателя сочетания оптимальности погодных условий, антропогенного вмешательства и других факторов среды. В трёхлетний период исследования выявили различия в погодных условиях, 2022 году – избыточно влажный, 2023 год – влажный, а 2024 – слабо засушливый, что позволяет объективно оценить эффективность действия органического и минерального удобрения на изменение урожайности.

Результаты и обсуждения. Урожайность корнеплодов цикория корневого по вариантам лабораторно-полевого опыта и годам исследования свидетельствует, что наибольший индекс среды 7,60, оптимальности усло-

вий произрастания растения, обеспечивают погодные условия 2023 года, далее в порядке убывания –2,51 и –5,08 соответственно в 2024 и 2022 годах.

Данный показатель указывает на благоприятное сочетание погодных условий и применения органического и минерального удобрения в 2023 году в получении наибольшего урожая корнеплодов цикория корневого, по вариантам средняя урожайность составила 36, т/га (табл. 1).

Таблица 1 – Действие погодных условий среды и удобрения на адаптацию цикория корневого и изменчивость его урожайности

Вариант	Индекс среды			K _A	V, %
	2022 г.	2023 г.	2024 г.		
Контроль	-5,08	7,60	-2,51	0,59	12,1
Навоз 20 т/га				0,81	11,7
Навоз 40 т/га				0,99	16,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀				1,00	30,2
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀				1,23	28,9
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀				1,39	31,3
Средняя урожайность, т/га	23,4	36,0	25,9	–	–
V, %	21,7	35,2	26,4	–	–

Адаптация цикория корневого завесила от применения органического и минерального удобрения и способности растения приспособиться к абиотическим и антропогенным факторам среды. Сравнивая среднюю урожайность по варианту за период исследования со средней урожайностью на всех исследуемых вариантах установили, что применение доз N₉₀P₉₀K₉₀ и N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ минерального удобрения способствуют получению максимального коэффициента адаптации 1,23 и 1,39 соответственно.

Коэффициент адаптации при возделывании цикория корневого к факторам среды возрастает с увеличением доз органического и минерального удобрения соответственно от 0,81 до 0,99 и от 1,00 до 1,39 (табл. 1).

Урожайность – это суммарный показатель отзывчивости сельскохозяйственной культуры к условиям возделывания. Влияние погодных условий при возделывании культуры в одинаковых почвенных условиях является наиболее значимым фактором при формировании урожая и эффективно-

сти действия антропогенных факторов – в нашем случае применения органического и минерального удобрения с целью повышения урожайности.

В условиях полевого опыта наблюдали среднюю изменчивость показателя урожайности цикория корневого ($V=12,1\%$) под действием погодных условий на варианте без применения удобрений, что свидетельствует о способности формировать стабильную урожайность корнеплодов в годы с различными погодными условиями.

Увеличение применения доз органического удобрения в условиях годов исследования обеспечивает среднюю изменчивость показателя урожайности цикория корневого ($V=11,7-16,5\%$), что подтверждает стабильность урожайности в годы с различными погодными условиями. Определили, что с увеличением применения доз органического удобрения увеличивается коэффициент вариации.

Применение минерального удобрения в возрастающих дозах ($N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$ и $N_{120}P_{120}K_{120}$) в условиях годов исследования обуславливает значительную изменчивость показателя урожайности цикория корневого ($V = 28,9-31,3\%$). Это свидетельствует о значительных колебаниях урожайности в годы с различными погодными условиями. По нашему мнению, это в первую очередь связано с оптимальными условиями увлажнения, при котором эффективность минеральных удобрений высока, а при слабо засушливых или избыточно влажных условиях она снижается (табл. 1).

Разница в формировании урожая цикория корневого в экстремальных и оптимальных условиях указывает на стрессоустойчивость культуры, то есть способность противостоять негативным природным явлениям, как в условиях применения удобрения, так и без него. Поэтому чем меньше разница в минимальной и максимальной урожайности корнеплодов, тем выше способность культуры адаптироваться к условиям и давать стабильный урожай корнеплодов.

Возделывание цикория корневого в контрольном варианте (без применения удобрений) вызывает наименьший разрыв между минимальной и максимальной урожайностью ($-4,0$), что свидетельствует о наибольшей стрессоустойчивости культуры к условиям территории проведения исследования. Применение исследуемых доз органического удобрения снижает стрессоустойчивость, показатель возрастает от $-4,9$ до $-9,1$. Минеральное удобрение в исследуемых дозах снижает стрессоустойчивость культуры, показатель возрастает от $-15,4$ до $-23,7$. По нашему мнению, это в первую очередь связано с оптимальными условиями увлажнения, при котором эффективность минеральных удобрений высока, а при слабо засушливых или избыточно влажных условиях она снижается.

Показатель компенсационной способности цикория корневого отражает гибкость культуры к изменяющимся факторам окружающей среды.

Возделывание цикория корневого в контрольном варианте обуславливает наименьший показатель гибкости культуры ($17,1$), что свидетельствует о необходимости оптимизации условий возделывания (табл. 2).

Таблица 2 – Действие органического и минерального удобрения на стрессоустойчивость, гибкость, пластичность и стабильность посевов цикория корневого

Вариант	Стрессоустойчивость	Компенсационная способность	Экологическая	
			пластичность	стабильность
Контроль	$-4,0$	$17,1$	$0,30$	$8,18$
Навоз 20 т/га	$-4,9$	$23,6$	$0,40$	$14,19$
Навоз 40 т/га	$-9,1$	$28,8$	$0,69$	$42,78$
$N_{60}P_{60}K_{60}$	$-15,4$	$30,5$	$1,27$	$144,34$
$N_{90}P_{90}K_{90}$	$-19,1$	$36,8$	$1,50$	$203,18$
$N_{120}P_{120}K_{120}$	$-23,7$	$41,5$	$1,84$	$304,03$

В погодных условиях годов исследования увеличение применения доз органического удобрения повышает гибкость посевов цикория корневого от $23,6$ до $28,8$ и свидетельствует об отзывчивости посевов культуры на данное мероприятие.

Увеличение применения минерального удобрения обеспечивает увеличение гибкости культуры от 30,5 до 41,5 и свидетельствует о высокой отзывчивости культуры на данное мероприятие.

Возделывание цикория корневого в экстремальных и оптимальных условиях при применении дозы $N_{120}P_{120}K_{120}$ минерального удобрения обуславливает наибольшую гибкость (41,5) культуры, созданные условия при внесении минерального удобрения обеспечивают наибольшую среднюю урожайность в контрастных условиях годов исследования.

Возделывание цикория корневого в контрольном варианте (без применения удобрений) вызывает самую низкую отзывчивость (0,30) на изменяющиеся условия окружающей среды в годы исследования, что свидетельствует о наименьшей вовлеченности факторов среды (ФАР, температура почвы и воздуха, увлажнение) в формирование урожайности корнеплодов в условиях территории проведения исследования.

Увеличение применения органического удобрения при возделывании цикория корневого в условиях годов исследования способствует повышению отзывчивости культуры от 0,40 до 0,69 в повышении урожайности в изменяющихся условиях окружающей среды.

Увеличение применения минерального удобрения способствует высокой отзывчивостью от 1,27 до 1,84 на изменяющиеся условия окружающей среды и свидетельствует о действии минерального удобрения как фактора повышающего потенциал урожайности, несмотря на экстремальные условия возделывания культуры.

Возделывание цикория корневого в экстремальных и оптимальных условиях при применении дозы $N_{120}P_{120}K_{120}$ минерального удобрения обуславливает наибольшую отзывчивость (1,84) культуры, созданные условия при внесении минерального удобрения обеспечивают наибольшую урожайность в изменяющихся условиях окружающей среды (табл. 2).

Показатель экологической стабильности свидетельствует о способности посевов цикория корневого формировать стабильный урожай корнеплодов в различных погодных условиях.

На контрольном варианте (без применения удобрений) возделывания цикория вызывает самый низкий показатель экологической стабильности (8,18), который свидетельствует о средней стабильности урожайности корнеплодов (табл. 2).

Увеличение доз органического удобрения при возделывании посевов цикория корневого в условиях годов исследования приводит к повышению показателя экологической стабильности с 14,19 до 42,78. Вместе с тем полученные данные указывают на снижение экологической стабильности (от средней до низкой) при формировании урожая под влиянием изменяющихся условий окружающей среды.

Применение минерального удобрения в возрастающих дозах ($N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$ и $N_{120}P_{120}K_{120}$) при возделывании цикория корневого в условиях годов исследования приводит к повышению показателя экологической стабильности от 144,34 до 304,03. Данные показатели свидетельствуют о сильном снижении экологической стабильности под действием изменяющихся условий окружающей среды.

Рассматривая комплексно показатели экологической пластичности и стабильности, необходимо указать, что наиболее ценные агроценозы формируют стабильную урожайность в различных погодных условиях и при этом хорошо отзываются на изменение погодных условий и других факторов возделывания, то есть при показателе стабильности, стремящемся к нулю, показатель пластичности больше единицы.

Возделывание цикория корневого в погодных условиях годов исследования в контрольном варианте приводит к показателю экологической пластичности меньше единицы, а экологической стабильности на уровне

8,18, что свидетельствует низкой отзывчивости на изменяющиеся условия окружающей среды и среднюю стабильность урожайности корнеплодов.

Увеличение доз органического удобрения при возделывании цикория корневого в условиях годов исследования приводит к показателю экологической пластичности меньше единицы и повышение показателя экологической стабильности с 14,19 до 42,78, что свидетельствует низкой отзывчивости на изменяющиеся условия окружающей среды и среднюю стабильность урожайности корнеплодов.

Применение минерального удобрения в возрастающих дозах при возделывании цикория корневого формирует высокий урожай корнеплодов вне зависимости от погодных условий. Определили высокую пластичность посевов цикория корневого (показатель экологической пластичности больше единицы), которая отражает высокую отзывчивость культуры на изменяющиеся условия окружающей среды и очень низкая стабильность, показатель которой колебался в пределах 144-302 (табл. 2).

Посевы цикория корневого в различных погодных условиях обеспечивают урожайность корнеплодов в среднем за годы исследования на уровне 16,8 т/га. При оптимальных условиях максимальная урожайность достигает 19,1 т/га, что соответствует реализации генетического потенциала средней урожайности культуры на уровне 88 % (табл. 3).

Применение дозы 40 т/га органического и $N_{120}P_{120}K_{120}$ минерального удобрения в оптимальных погодных условиях обеспечивает максимальную урожайность корнеплодов цикория сорта «Петровский» на уровне 33,3 и 53,3 т/га соответственно. Реализации генетического потенциала средней урожайности культуры по отношению к максимально возможной урожайности при применении различных видов удобрения соответственно на уровне 50,5 и 31,5 %.

Применение органического удобрения в дозах 20 и 40 т/га при возделывании цикория корневого в погодных условиях годов исследования обес-

печивает среднюю урожайность на уровне 23,0 и 28,2 т/га при максимально возможной на уровне 26,0 и 33,3 т/га. Реализации потенциала урожайности культуры в условиях применения органического удобрения по отношению к максимально возможной урожайности соответственно на уровне 88,5 и 84,7 %. Определили, что реализация потенциала урожайности культуры в условиях применения органического удобрения по отношению к максимально возможной урожайности в условиях применения минерального удобрения соответственно на уровне 43,2 и 52,9 %.

Таблица 3 – Реализации потенциал урожайности цикория корневого сорта «Петровский» в условиях серых лесных почв Брянской области

Вариант	Урожайность, т/га				Реализация потенциала урожайности, %		
	средняя	максимальная по варианту	максимальная по органическому удобрению	максимальная по минеральному удобрению	к максимальной по варианту	к максимальной по органическому удобрению	к максимальной по минеральному удобрению
Контроль	16,8	19,1	33,3	53,3	88,0	50,5	31,5
Навоз 20 т/га	23,0	26,0			88,5	69,1	43,2
Навоз 40 т/га	28,2	33,3			84,7	84,7	52,9
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	28,3	38,2			74,1	85,0	53,1
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	34,9	46,3			75,4	104,8	65,5
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	39,5	53,3			74,1	118,6	74,1
НСП ₀₅	7,8	—					

Применение минерального удобрения в дозах N₆₀P₆₀K₆₀, N₉₀P₉₀K₉₀ и N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ при возделывании цикория корневого формирует условия произрастания, которые реализуют потенциал средней урожайности культуры по варианту к максимально возможной урожайности по соответствующему варианту соответственно на уровне 74,1, 75,4 и 74,1 %.

Определили, что реализация потенциала средней урожайности культуры в условиях применения минерального удобрения по отношению к

максимально возможной урожайности в условиях применения органического удобрения соответственно на уровне 85,0, 104,8 и 118,6 % (табл. 3).

Реализация потенциала урожайности корнеплодов цикория сорта «Петровский» зависит от уровня применения минерального удобрения и оптимальных условий среды, без которых уровень реализации всего 31,5 %, использование дозы $N_{120}P_{120}K_{120}$ минерального удобрения обеспечивают реализацию потенциала урожайности сорта на уровне 74,1 %.

Заключение. Применение органического и минерального удобрения изменяют показатели адаптации, экологической пластичности и стабильности посевов цикория корневого. Повышение уровня минерального питания увеличивает коэффициент адаптации цикория корневого к факторам среды соответственно от 0,81 до 0,99 и от 1,00 до 1,39. Применение органического и минерального удобрения обеспечивает среднюю и сильную изменчивость показателя урожайности корнеплодов. Возделывание цикория корневого в различных погодных условиях без применения органического и минерального удобрения обуславливает показатель пластичности меньше единицы, а стабильность на уровне 8,18. Органическое удобрение обуславливает пластичность меньше единицы и среднюю стабильность. Минеральное удобрение обуславливают высокую пластичность и очень низкую стабильность. Реализация потенциала урожайности корнеплодов цикория сорта «Петровский» зависит от уровня применения минерального удобрения и оптимальных условий среды, без которых уровень реализации всего 31,5 %. Максимальная реализацию 74,1 % потенциала урожайности корнеплодов цикория корневого обеспечивается применением минерального удобрения в дозе $N_{120}P_{120}K_{120}$.

Литература

1. EBERHART, S. A. Stability parameters for comparing varieties / S.A. Eberhart, W.A. Russell // J. Crop. Sci. – 1966. – Vol. 6, N 1. – P. 36-40.
2. ГОНЧАРЕНКО, А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур / А.А. Гончаренко // Вестник РАСХН. – 2005. – № 6. – С. 49-53.

3. КОРЗУН, О. С. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: пособие / О. С. Корзун, А. С. Бруйло. – Гродно: ГГАУ, 2011. – 140 с.

References

1. EBERHART, S. A. Stability parameters for comparing varieties / S.A. Eberhart, W.A. Russell // J. Crop. Sci. – 1966. – Vol. 6, N 1. – P. 36-40.
2. GONChARENKO, A. A. Ob adaptivnosti i jekologicheskoy ustojchivosti sortov zernovyh kul'tur / A.A. Goncharenko // Vestnik RASHN. – 2005. – № 6. – S. 49-53.
3. KORZUN, O. S. Adaptivnye osobennosti selekcii i semenovodstva sel'skhozjajstvennyh rastenij: posobie / O. S. Korzun, A. S. Brujlo. – Grodno: GGAU, 2011. – 140 s.