

УДК 633.11

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

УДОБРЕНИЯ КАК ФАКТОР РАСКРЫТИЯ ПОТЕНЦИАЛА УРОЖАЙНОСТИ КОРНЕПЛОДОВ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ В ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

Серченков Андрей Анатольевич
аспирант кафедры агрохимии, почвоведения и экологии
sev_84@mail.ru

Нечаев Михаил Макарович
канд. с.-х. н., доцент кафедры агрономии, селекции и семеноводства
РИНЦ SPIN-код: 6543-0651
Брянский ГАУ, Россия, 243365, Брянская область, Выгоничский район, с. Кокино, ул. Советская 2а

В условиях опытного поля Брянского ГАУ в период 2022-2024 годов исследования определили потенциал агроценоза сахарной свёклы при различном уровне питания в условиях серых лесных почв северной части Брянской области по анализу экологических показателей, используя критерий «урожайность» корнеплодов. Почвенный покров представлен серой лесной почвой на лёссовидных суглинках со следующими средними агрохимическими показателями пахотного горизонта: обменная кислотность – 5,5-5,7 ед., содержание гумуса – 2,58-3,69 % (по Тюрину), подвижного фосфора и калия соответственно 285-342 и 178-194 мг/кг почвы (по Кирсанову). Вегетационный период 2023 года по температуре и количеству осадков, соответствовал климатическим нормам, 2022 год был холодным и дождливым, а 2024 год жарким и сухим. В целом агроклиматические условия региона благоприятны для формирования достаточно высокой и стабильной урожайности корнеплодов сахарной свёклы. В результате исследований установили, что экологические свойства посевов сахарной свёклы зависели от норм применения органических и минеральных удобрений. Наибольший коэффициент адаптации обнаружили при применении N120P120K120, наиболее стрессоустойчив агроценоз на контроле. Органическое и минеральное удобрение обуславливает условия для полного раскрытия продуктивного потенциала агроценоза сахарной свёклы, выявили максимумы компенсаторной способности соответственно 41,3 и 55,6. Применение N120P120K120 обуславливает наибольшую отзывчивость агроценоза на изменения окружающей среды. Наиболее стабильной урожайностью корнеплодов сахарной свёклы обладал агроценоз без применения удобрения, с ростом уровня питания снижается экологическая стабильность

UDC 633.11

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

FERTILIZERS AS A FACTOR IN UNLOCKING THE YIELD POTENTIAL OF SUGAR BEET ROOTS IN THE CHANGING CONDITIONS OF THE NORTHERN PART OF THE BRYANSK REGION

Serchenkov Andrey Anatolyevich
graduate student of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology
sev_84@mail.ru

Nechaev Mikhail Makarovich
Cand.Agr.Sci., associate professor of the department of agronomy, breeding and seed production
RSCI SPIN-code: 6543-0651
Bryansk SAU, Russia, 243365, Bryansk region, Vygonichsky raion, selo Kokino, Sovetskaya 2a

In the conditions of the experimental field of the Bryansk SAU in the period 2022-2024, studies determined the potential of agrocnosis of sugar beets at different levels of nutrition in gray forest soils of the northern part of the Bryansk region by analyzing environmental indicators using the criterion of "yield" of root crops. The soil cover is represented by gray forest soil on loess-like loams with the following average agrochemical indicators of the arable horizon: exchange acidity - 5.5-5.7 units, humus content - 2.58-3.69% (according to Tyurin), mobile phosphorus and potassium, respectively 285-342 and 178-194 mg/kg of soil (according to Kirsanov). The growing season of 2023 in terms of temperature and rainfall corresponded to climatic standards, 2022 was cold and rainy, and 2024 was hot and dry. In general, the agroclimatic conditions of the region are favorable for the formation of a fairly high and stable yield of sugar beet roots. As a result of research, it was found that the environmental properties of sugar beet crops depended on the norms for the use of organic and mineral fertilizers. The highest adaptation coefficient was found when using N120P120K120, the most stress-resistant agrocnosis on control. Organic and mineral fertilizer determines the conditions for the full disclosure of the productive potential of sugar beet agrocnosis, revealed maximums of compensatory ability, respectively, 41.3 and 55.6. The use of N120P120K120 determines the greatest responsiveness of the agrocnosis to environmental changes. Agrocnosis without the use of fertilizer had the most stable yield of sugar beet root crops; with an increase in the level of nutrition, environmental stability decreases

Ключевые слова: МИНЕРАЛЬНЫЕ И ОРГАНИЧЕСКИЕ УДОБРЕНИЯ, СЕРАЯ ЛЕСНАЯ ПОЧВА, САХАРНАЯ СВЁКЛА, УРОЖАЙНОСТЬ, АДАПТАЦИЯ, УСЛОВИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ И ПЛАСТИЧНОСТЬ

Keywords: MINERAL AND ORGANIC FERTILIZERS, GRAY FOREST SOIL, SUGAR BEETS, YIELD, ADAPTATION, CULTIVATION CONDITIONS, ENVIRONMENTAL STABILITY AND PLASTICITY

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-211-045>

Введение. Значение сахарной свёклы многогранно, являясь стратегической культурой обеспечивающей продовольственную безопасность страны, она имеет значение также в системе земледелия и удобрения (являясь пропашной культурой), её также используют в кормопроизводстве.

Сахарная свёкла требовательна к почвенному плодородию, поэтому оптимальные почвы для возделывания это чернозёмы, каштановые, серые и темно-серые лесные, пойменные и лугово-болотные, с суглинистым гранулометрическим составом. Поэтому в условиях Нечерноземье её возделывают при высокой культуре земледелия и на почвах с высоким плодородием.

В настоящее время производство продукции растениеводства предъявляет высокие требования к определению оптимальных природно-климатических условий при возделывании сельскохозяйственных культур с целью получения стабильно высокой урожайности. Данные по адаптивности к условиям возделывания, выраженные в параметрах экологической пластичности и стабильности, используют многие учёные [1].

Посевные площади сахарной свёклы расположены в южной части Брянской области на серых или темно-серых лесных почвах во II агроклиматическом районе, при этом в I агроклиматическом районе Брянской области (северная часть) также находятся серые лесные почвы с высоким потенциальным плодородием.

Поэтому определение возможности управления урожайностью корнеплодов сахарной свёклы в изменяющихся условиях северной части Брянской области в аспекте получение высоких урожаев и освоение новых

<http://ej.kubagro.ru/2025/07/pdf/45.pdf>

территорий, с точки зрения климатических условий, требуют совершенствования и разработки теоретических и практических вопросов использования органического и минерального удобрения при возделывании сельскохозяйственной культуры.

Цель исследований – определить потенциал агроценоза сахарной свёклы при различном уровне питания в условиях серых лесных почв северной части Брянской области по анализу экологических показателей, используя критерий «урожайность» корнеплодов.

Материалы и методы исследования. В условиях опытного поля Брянского ГАУ в период 2022-2024 годов исследования в полевом севообороте с чередованием культур: картофель → яровая пшеница → сахарная свёкла → ячмень яровой проводили исследования влияния удобрения на потенциал урожайности корнеплодов сахарной свёклы в зависимости изменяющихся условий окружающей среды.

Почвенный покров опытного поля представлен серой лесной почвой на лёссовидных суглинках со следующими средними агрохимическими показателями пахотного горизонта: обменная кислотность – 5,5-5,7 ед., содержание гумуса – 2,58-3,69 % (по Тюрину), подвижного фосфора и калия соответственно 285-342 и 178-194 мг/кг почвы (по Кирсанову).

Агроклиматические показатели вегетационного периода годов исследования характеризовались: май, время посева сахарной свёклы, 2022 года был самым холодным и дождливым, а 2024 год самым жарким и сухим, 2023 года характеризовался оптимальным сочетанием температурой воздуха и количества выпавших осадков, по годам температура воздуха колебалась в пределах 11,4-13,3 °С, при норме 14,5 °С, количество выпавших осадков колебалось 42,0-86,0 мм, при норме 55,0 мм (табл. 1).

Июнь, образования настоящих листьев сахарной свёклы, 2023 года был самым холодным и сухим в сравнении с 2022 и 2024 годами, при этом агроклиматические показатели соответствовали норме соответственно по

температуре и осадкам 17,7 °С и 65,0 мм, 2022 и 2024 были жаркие и дождливые по годам температура воздуха колебалась в пределах 17,2-19,4 °С, количество выпавших осадков колебалось 68,1-142,0 мм.

Июль, образования настоящих листьев сахарной свёклы, 2024 года был самым жарким и сухим в сравнении с 2022 и 2023 годами, которые соответствовали по количеству выпавших осадков 82,0-88,0 мм климатической норме (82,0 мм), но по температурному режиму 18,6-18,7 °С были холоднее климатической нормы (20,2 °С), по годам температура воздуха колебалась в пределах 18,2-22,0 °С, количество выпавших осадков колебалось 54,0-88,0 мм (табл. 1).

Таблица 1 – Метеорологические условия 2022-2024 гг. (по данным метеорологического поста Брянского ГАУ)

Показатель	Год	Месяц					Вегетационный период
		май	июнь	июль	август	сентябрь	
Сумма осадков, мм	2022	86,0	89,0	82,0	15,0	227,0	499,0
	2023	67,0	68,1	88,0	42,0	41,8	306,9
	2024	42,0	142,0	54,0	9,0	4,0	251,0
	климатическая норма	55,0	65,0	82,0	64,0	46,0	312,0
Температура воздуха, °С	2022	11,4	19,4	18,7	20,8	9,7	16,0
	2023	13,2	17,2	18,6	20,5	15,0	17,0
	2024	13,3	19,4	22,0	19,7	18,0	18,7
	климатическая норма	14,5	17,7	20,2	18,7	11,4	16,5

Август-сентябрь, смыкание рядов сахарной свёклы и нарастание корнеплодов, критический период нарастания биомассы, 2024 года был жаркий и сухой, 2023 года был оптимальным по температуре воздуха и выпадениям осадков, а 2022 года жаркий и сухой август сменился холодным и дождливым сентябрём.

Рассматривая вегетационный период годов исследования в целом, нужно указать, что 2023 год соответствовал по температуре и количеству осадков климатической норме, в то время как 2022 год был холоднее и

дождливее, а 2024 год жарче и суше климатической нормы.

Агрометеорологические условия северной части Брянской области в целом были благоприятны для формирования достаточно высокой и стабильной урожайности корнеплодов сахарной свёклы.

Агротехника и система защиты растений при возделывании сахарной свёклы были общепринятыми для зоны исследования.

Посев семян сахарной свёклы сорта Марино обработанные фунгицидами Тирам и Гимексазол и инсектицидами Тиаметоксам и Тефлутрин проводили в начале мая. Уборку проводили вручную поделённо в начале октября.

Площадь опытной делянки составила 55 м², повторность опытов трёхкратная. Схема применения удобрения: 1. Контроль (без удобрения), 2. Навоз 20 т/га, 3. Навоза 40 т/га. 4. N60P60K60, 5. N90P90K90, 6. N120P120K120. Органические и минеральные удобрения (аммиачная селитра и диаммофоска) вносили полной нормой в один приём весной перед посевом. В течение вегетации проводили две обработки хелатным комплексом микроэлементов (3 л/га).

Экологические показатели окружающей среды и агроценоза сахарной свёклы рассчитывали по критерию «урожайность» используя работы Эберхарта и Расселла [2], А.А. Гончаренко [3], В.А. Зыкина в соавторстве [4].

Результаты и обсуждения. Применение органического и минерального удобрения при возделывании сахарной свёклы улучшает плодородие почвы, которое обуславливает формирование урожая корнеплодов, при этом эффективность удобрения в реализации потенциала продуктивности культуры зависит как от почвенных, агроклиматических условий территории возделывания. Возделывание сахарной свёклы в условиях опыта при различном уровне питания обуславливают индекс условий среды от –6,39 до 17,18 в зависимости от года исследования. Установили, что особенно

благоприятные условия окружающей среды складывались в 2023 году (табл. 2).

Абиотические и биотические факторы (климат, плодородие почвы, сорная растительность, вредители и другие) окружающей среды формируют потенциал урожайности, при этом антропогенный фактор (применение минерального удобрения, известковых материалов, регуляторов роста и других агрохимикатов) также оказывает существенное влияние в реализации потенциала продуктивности конкретной территории. Коэффициент адаптации показывает продуктивный потенциал территории, чем выше он, тем выше урожайность. В условиях северной части Брянской области коэффициент адаптации находился на минимальном уровне 0,53 при использовании естественных условий агроценозом сахарной свёклы (табл. 2).

Применение органического и минерального удобрения повышали коэффициент адаптации посевов сахарной свёклы соответственно до 1,03 и 1,45.

Коэффициент вариации (V) является относительным показателем изменчивости, он показывает стандартное отклонение от средней арифметической совокупности величин, выраженное в процентах. Изменчивость показателя урожайности сахарной свёклы колебалась от 18,9 до 50,8%. Установили, что наименьшая 18,9 % изменчивость характерна для контрольного варианта, в условиях выделывания без применения удобрения. Применение органического и минерального удобрения обуславливает значительную изменчивость показателя урожайности (табл. 2), что видимо, связано с различным действием удобрения в разные по тепло- и влагообеспеченности годы исследования.

Таблица 2 – Адаптация сахарной свёклы и индекс условий среды северной части Брянской области и при различной уровне питания

Вариант	Урожайность, т/га	K_A	V, %
---------	-------------------	-------	------

	2022 год	2023 год	2024 год		
Контроль	18,1	21,8	14,9	0,53	18,9
Навоз 20 т/га	24,2	36,3	17,2	0,75	37,3
Навоз 40 т/га	30,8	51,8	23,5	1,03	41,5
N60P60K60	25,7	55,3	23,6	1,01	50,8
N90P90K90	31,4	67,4	29,2	1,24	50,3
N120P120K120	38,4	77,4	33,8	1,45	48,0
<i>Индекс среды</i>	-6,39	17,18	-10,79	–	–

Показатель стрессоустойчивости, разность минимальной и максимальной урожайности, сахарной свёклы, показывает, как агроценоз реагируют на изменения окружающей среды, чем ближе показатель к нулю, тем выше стрессоустойчивость. Сахарная свёкла в наименьшей степени реагируют на изменения окружающей среды, на контрольном варианте (без применения удобрения), когда определили наибольшую стрессоустойчивость –6,9 (табл. 3).

Применение органического и минерального удобрения при возделывании сахарной свёклы обуславливает снижение показателя стрессоустойчивости соответственно до –28,3 и –43,6, потому что в засушливых условиях действия органического и минерального удобрения в повышении продуктивности слабое, а в условиях достаточного или избыточного увлажнения – высокое. Различные условия (засуха, достаточное или избыточное увлажнение) территории исследования формируют постоянную урожайность корнеплодов сахарной свёклы.

Изменяющиеся условия окружающей среды северной части Брянской области не обеспечивают полного раскрытия потенциала растений сахарной свёклы, показатель компенсаторной способности агроценоза находится на минимуме 18,4, а чем выше данный показатель, тем больше соответствие факторов среды и экологической ниши растения агроценоза сахарной свёклы.

В условиях северной части Брянской области применение органического и минерального удобрения обуславливает условия для полного рас-

крытия продуктивного потенциала сахарной свёклы, в данных условиях выявили максимумы показателя компенсаторной способности соответственно 41,3 и 55,6, действие минерального удобрения выше органического (табл. 3).

Таблица 3 – Удобрения в изменении экологических показателей посевов сахарной свёклы в условиях северной части Брянской области

Вариант	Стрессо-устойчивость	Компенсаторная способность	Размах урожайности	Экологическая пластичность	Стабильность агросистемы
Контроль	-6,9	18,4	31,7	0,22	2,58
Навоз 20 т/га	-19,1	26,8	52,6	0,63	9,20
Навоз 40 т/га	-28,3	41,3	54,6	0,97	4,67
N60P60K60	-31,7	40,5	57,3	1,17	4,81
N90P90K90	-38,2	49,4	56,7	1,42	8,37
N120P120K120	-43,6	55,6	56,3	1,59	2,94

Стабильность урожайности сахарной свёклы в конкретных условиях окружающей среды отражается показателем размаха урожайности, который выражается отношением разности максимума и минимума показателя урожайности к максимуму показателя урожайности, чем меньше данный показатель, тем стабильнее урожайность в конкретных почвенно-климатических условиях.

Применение органического и минерального удобрения формирует наибольший показатель размаха урожайности посевов сахарной свёклы соответственно 54,6 и 57,3 и минимальную стабильность урожайности агроценоза.

Наиболее стабильная урожайность сахарной свёклы в условиях про-

ведения исследований наблюдали на контрольном варианте, когда выявили наименьший 31,7 размах урожайности (табл. 3).

Агроценоз обладает высокой отзывчивостью на изменения окружающей среды, если значение показателя экологической пластичности больше 1, если значение показателя меньше 1, то, агроценоз слабо реагирует на изменчивость, если значение показателя равны 1, то, изменчивость урожайности агроценоза соответствует изменению условий окружающей среды.

Максимальный показатель экологической пластичности 1,59 формируется при применении минерального удобрения в норме N120P120K120, в данных условиях посевы сахарной свёклы наиболее отзывчивы на изменения условий окружающей среды (табл. 3).

Устойчивость к ограничивающим рост и развитие факторам окружающей среды и способность в любых условиях продуцировать стабильную, но не очень высокую биомассу – это стабильность агроэкосистемы, чем она меньше, тем стабильнее система. В изучаемом наборе вариантов наиболее стабильной урожайностью сахарной свёклы обладал агроценоз без применения удобрения.

Наиболее благоприятно создание таких условий использования агроценоза сахарной свёклы, когда экологическая пластичность > 1 , а экологическая стабильность стремится к 0, при этом агроценоз отзывчив на улучшения условий и характеризуются стабильной продуктивностью. Условия, когда показатели пластичность и стабильность высокие – менее ценны, так как тогда высокая отзывчивость сочетается с низкой стабильностью урожая, а когда экологическая пластичность < 1 и экологическая стабильность близка к 0, то агроэкосистема слабо реагируют на улучшение внешних условий, но имеют достаточно высокую стабильность продуктивности.

Применение минерального удобрения в норме N120P120K120 обуславливают наиболее оптимальные условия при изменении окружающей

среды для формирования стабильно высоких урожаев корнеплодов сахарной свёклы, при данных условиях экологическая пластичность равна 1,59, а стабильность агроценоза 2,94 (табл. 3).

Заключение. Экологические свойства посевов сахарной свёклы при различном уровне применения органического и минерального удобрения изменялись в зависимости от норм их применения. Наибольший коэффициент адаптации обнаружили при применении N120P120K120, наиболее стрессоустойчив агроценоз на контрольном варианте. Применение органического и минерального удобрения обуславливает условия для полного раскрытия продуктивного потенциала агроценоза сахарной свёклы, в данных условиях выявили максимумы показателя компенсаторной способности соответственно 41,3 и 55,6, действие минерального удобрения выше органического. Применение минерального удобрения в норме N120P120K120 обуславливает наибольшую отзывчивость агроценоза на изменения окружающей среды. Наиболее стабильной урожайностью корнеплодов сахарной свёклы обладал агроценоз без применения удобрения, с ростом уровня питания снижается экологическая стабильность.

Литература

1. Щербинина, В. О. Понятия и определение экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур / В. О. Щербинина // Мировая наука. – 2020. – № 6(39). – С. 497-499.
2. 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.
3. Гончаренко, А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур / А. А. Гончаренко // Вестник РАСХН. – 2005. – № 6. – С. 49-53.
4. Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений // В. А. Зыкин, И. А. Белан, В. С. Юсов, Д. Р. Исламгулов. – Уфа, 2011. – 99 с.

References

1. Shherbinina, V. O. Ponjatija i opredelenie jekologicheskoy plastichnosti i stabil'nosti sortov sel'skhozajstvennyh kul'tur / V. O. Shherbinina // Mirovaja nauka. – 2020. – № 6(39). – S. 497-499.
2. 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.

3. Goncharenko, A. A. Ob adaptivnosti i jekologicheskoy ustojchivosti sortov zernovyh kul'tur / A. A. Goncharenko // Vestnik RASHN. – 2005. – № 6. – S. 49-53.

4. Metodika rascheta i ocenki parametrov jekologicheskoy plastichnosti sel'skohozjajstvennyh rastenij // V. A. Zykin, I. A. Belan, V. S. Jusov, D. R. Islamgulov. – Ufa, 2011. – 99 s.