

## ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ И ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ КОРНЕПЛОДОВ СВЕКЛЫ САХАРНОЙ И ЕЕ КАЧЕСТВО ПРИ БЕССМЕННОМ ВЫРАЩИВАНИИ

Л. Д. ГЛУЩЕНКО, Р. В. ОЛЕПИР, А. И. ЛЕНЬ, М. П. СОКИРКО

Полтавская государственная сельскохозяйственная опытная станция  
имени Н. И. Вавилова ИС и АПП НААН,  
г. Полтава, Украина, 36014

(Поступила в редакцию 04.04.2022)

На Полтавской государственной сельскохозяйственной опытной станции им. Н. И. Вавилова Института свиноводства и агропромышленного производства на черноземе типичном среднегумусном тяжелосуглинистом в подзоне неустойчивого увлажнения Левобережной Лесостепи Украины проводились исследования по изучению динамики продуктивности свеклы сахарной при бессменном выращивании. Погодные условия за время проведения эксперимента с бессменным посевом свеклы сахарной существенно различались между собой. Максимальные средние показатели температуры воздуха и количества осадков относительно минимальных, за вегетацию этой культуры, а также сельскохозяйственный год в целом, были больше, соответственно на 25,6; 44,8 %, и 156,0 и 74,0 %.

Отмечено, что урожайность корнеплодов свеклы сахарной и ее качество, как монокультуры были динамичны по годам. Величина этих показателей зависела как от антропогенных факторов (севооборот, монокультура, сорт, гибрид, система удобрения), так и от природных (температурный и водный режимы). Проведенная математическая обработка урожайных данных корнеплодов свеклы сахарной и качества, различных сортов и гибридов, их взаимосвязь с разными системами удобрения, температурным и водным режимами показала прямую и обратную зависимость между собой.

**Ключевые слова:** свекла сахарная, бессменный посев, природные и антропогенные факторы, динамика продуктивности.

*At the Poltava State Agricultural Experimental Station named after N.I. Vavilov of the Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Production on a typical medium-humus heavy loamy chernozem in the subzone of unstable moisture of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine, studies were carried out to study the dynamics of sugar beet productivity during permanent cultivation. The weather conditions during the experiment with the permanent sowing of sugar beet differed significantly from each other. The maximum average indicators of air temperature and precipitation relative to the minimum for the growing season of this crop, as well as the agricultural year as a whole, were higher, respectively, by 25.6; 44.8 %, and 156.0 and 74.0 %.*

*It was noted that the yield of sugar beet root crops and its quality, as monocrop, were dynamic over the years. The value of these indicators depended both on anthropogenic factors (crop rotation, monocrop, variety, hybrid, fertilization system) and natural factors (temperature and water regimes). The mathematical processing of yield data of sugar beet root crops and quality, various varieties and hybrids, their relationship with different fertilizer systems, temperature and water regimes showed a direct and inverse relationship between them.*

**Key words:** sugar beet, permanent sowing, natural and anthropogenic factors, productivity dynamics.

### Введение

Сахарная свекла, среди технических сельскохозяйственных культур, по своему народнохозяйственному значению в Украине играет ведущую роль. Она является единственным основным технологическим материалом для сахарной промышленности страны.

В последние годы из-за ряда экономических и организационно-хозяйственных причин существенно сузилась специализация хозяйств. Аграрное производство сосредоточилось на выращивании отдельных экономически привлекательных культур для внутреннего и внешнего рынка. Следствием такой трансформации стали существенные изменения в структуре севооборотов, степени насыщения сельскохозяйственными культурами и превращение их в короткоротационные [1, 2].

Одним из источников, на основе которого возможно изучать проблемы таких севооборотов или повторных посевов, является обобщение результатов исследования с бессменным выращиванием сельскохозяйственных культур. Такие исследования проводятся в различных странах мира, в том числе и в Украине [3–6].

Из зарубежных длительных стационаров – всемирно известные эксперименты Ротамстедской опытной станции в Англии с удобрениями бессменной пшеницы, ячменя и многолетних трав, заложенные между 1843 и 1855 гг. На протяжении 145 лет (с 1875 г.) ведется опыт с удобрениями в Гриньоне (Франция) в севообороте озимая пшеница – сахарная свекла. С 1878 г. продолжается опыт с бессменной рожью в Галле – Германия. Бессменные посевы кукурузы и возделывание ее в 2–3-польных севооборотах изучаются более 140 лет (с. 1876 г.) в Иллинойском университете (США) и др. [7–10].

Первым директором Полтавского опытного поля Б. П. Черепакшиным, впервые в Украине, а также и в бывшей Русской империи, с 1884 года было начато исследование, которое продолжается и до сих пор, с бессменным посевом ржи озимой на темно-серой оподзоленной почве [9].

Позднее (1912 г.) исследования с бессменным выращиванием сельскохозяйственных культур начали проводить в Тимирязевской сельскохозяйственной академии и Мироновской опытной станции, ныне Мироновский институт пшеницы имени В. Н. Ремесла [11].

В Украине одним из основных ограничивающих факторов высокой продуктивности культуры являются недостаточные запасы доступной влаги в почве и их неравномерное распределение как за вегетацию растений, так и в целом за сельскохозяйственный год. Ежегодные отклонения урожайности от среднестатистического значения обуславливается погодными условиями определенного года [13].

Многими учеными-аграриями установлено и предоставлена информация о том, что растения сельскохозяйственных культур различным образом реагируют на многолетнее выращивание их на одном месте и, как правило, продуктивность этих посевов ниже, чем в севооборотах [12, 13].

Причины здесь бывают разные: одностороннее истощение в почве питательных элементов, а также интенсивное размножение вредителей и болезней, для которых образуются благоприятные условия. Кроме того, при таком выращивании сельскохозяйственных культур развивается, и усиливается в системе почва-растение влияние отрицательных биологических (токсические выделения растений, накопление фитопатогенных бактерий, грибов и других вредных микроорганизмов), химических и физических факторов, которые вызывают явление почвоутомления, и, как результат, все это приводит к снижению продуктивности посевов.

Цель исследований – определить влияние длительного действия комплекса факторов (антропогенных и естественных) на изменение урожая свеклы сахарной и её качества, выращиваемой на одном месте на протяжении значительного периода времени с различными температурными и водными режимами.

#### Основная часть

Исследования проводились на опытном поле Полтавской государственной сельскохозяйственной опытной станции имени Н. И. Вавилова Института свиноводства и агропромышленного производства НААН Украины. Географические координаты опыта: широта 49° 40' с. ш., долгота 34° 57' в. д. Высота над уровнем моря 131 м.

Почва – чернозём типичный среднегумусный тяжелосуглинистый на лессовой породе. В слое 0–20 см на поле, где проводятся исследования, почва характеризуется следующими агрохимическими и агрофизическими показателями: содержание гумуса (по Тюрину) – 4,9–5,2 %, легкогидролизуемого азота (по Тюрину и Кононовой) – 119,1–127,1 мг/кг, подвижного фосфора в уксуснокислой вытяжке (по Чирикову) – 100,0–131,0 мг/кг, обменного калия (по Масловой) – 171,0–200,0 мг/кг. Плотность почвы – 1,05–1,17 г/см<sup>3</sup>. Наименьшая полевая влагоемкость – 29,2–31,5 %. Полная влагоемкость – 39 %. Диапазон активной влаги – около 25 мм. Влажность разрыва капиллярных связей – 20–22 %.

Количество полей в натуре – 1. Общая площадь под опытом 8640 м<sup>2</sup>, учетная – 60,4 м<sup>2</sup>. Количество повторений – 1. Схема опыта приведена в табл. 1.

Таблица 1. Средняя урожайность корнеплодов сахарной свеклы при бессменном выращивании и различных системах удобрения, т/га

Сорта, гибриды	Система удобрений				
	без удобрений (контроль)	N <sub>90</sub> P <sub>110</sub> K <sub>110</sub>	навоз 20т/га+ N <sub>90</sub> P <sub>110</sub> K <sub>110</sub>	навоз 20т/га+ N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>160</sub> K <sub>160</sub>
Белоцерковский полигибрид*	39,9	40,9	44,8	51,6	45,7
Белоцерковский полигибрид	27,1	31,1	34,6	36,0	36,2
Веселоподолянский односемянный 29	18,6	27,3	29,9	29,8	31,4
Белоцерковский односемянной 45	19,3	28,2	29,5	26,1	29,4
Ворскла (F <sub>1</sub> )	22,8	32,5	36,4	38,2	23,1
Веселоподолянский односемянный 29	23,0	27,0	29,3	29,7	23,4

\*показатели за первый год выращивания.

На протяжении 35 лет высевали 4 сорта и гибриды свеклы сахарной, которые имели различный генетический потенциал по продуктивности. Из них Веселоподолянский односемянный 29 выращивали в два периода с промежутком в 6 лет.

Водный и температурный режимы за время проведения исследований существенно отличались между собой (табл. 1). Осадки распределялись неравномерно и, в частности, в первый год исследований за вегетацию и за сельскохозяйственный год их выпало 543,9 и 766,3 мм, тогда как при выращивании Веселоподолянский односемянный 29, соответственно 212,5 и 440,3 мм. минимальные и максимальные средние температуры, за эти периоды времени, соответствовали таким показателям: 16,4; 6,7 °C и 20,6;

9,7 °С. Такие различные погодные условия, естественно, неодинаковым образом влияли на рост и развитие растений, ее продуктивность и качественные показатели.

Наблюдения за урожайностью корнеплодов свеклы сахарной, как монокультуры, дали возможность установить динамичность ее по годам исследований (табл. 1). Самой высокой она была в первый год проведения опыта, когда эта культура высевалась после пшеницы озимой и фактически выращивалась в севообороте. Если взять этот показатель за 100 %, то он на удобренных делянках (контроль) уменьшился: Белоцерковского полигибрида до 68 %; Веселоподолянский односемянный – 29–47 %; Белоцерковский односемянный – 45–48 %; Ворскла (F<sub>1</sub>) – 57 %; Веселоподолянский односемянный – 29–58 %. На удобренных делянках продуктивность, относительно первого года выращивания, также соответственно сортам и гибридам понизилась, но разница между этими показателями была менее существенной: N<sub>90</sub>P<sub>110</sub>K<sub>110</sub> – 76, 67, 69, 79, 66%; навоз 20 т/га+N<sub>90</sub>P<sub>110</sub>K<sub>110</sub> – 77, 67, 66, 81, 65%; навоз 20 т/га + N<sub>60</sub>P<sub>40</sub>K<sub>60</sub> – 70, 58, 51, 74, 58 %; N<sub>120</sub>P<sub>160</sub>K<sub>160</sub> – 79, 69, 64, 51, 51 %.

Проведенная математическая обработка урожайных данных и их взаимосвязь с погодными условиями и системами удобрения дала возможность установить следующую зависимость:

– продуктивность свеклы сахарной и средняя температура воздуха за ее вегетацию имела такую корреляционную зависимость, соответственно по вариантам: -0,59; -0,64; -0,58 (вар.1,3,4) – средняя обратная и -0,67; -0,91 (вар.2,5) – высокая обратная, а за сельскохозяйственный год в целом: -0,65; -0,62; -0,62 (вар. 2, 3, 4) – средняя обратная и -0,74; -0,99 (вар. 1,5) – высокая обратная;

– продуктивность и количество осадков находились в высокой положительной корреляционной зависимости между собой, независимо от системы удобрения и, соответственно, за вегетацию растений и сельскохозяйственный год имели такие величины: 0,81 (вар. 5) – 0,91 (вар. 2) и 0,73 (вар. 4) – 0,93 (вар. 5).

Содержание сахара в корнеплодах на протяжении проведения опыта изменялось, но величина его не имела прямой зависимости от времени проведения эксперимента, а в большей степени зависела от сорта, гибрида, системы удобрений, погодных условий. Следует отметить, что амплитуда колебания между этими величинами происходила на невысоком уровне (табл. 2).

Таблица 2. Средние показатели содержания сахара в корнеплодах свеклы сахарной и его выход

Сорта, гибриды	Показатели	Система удобрений					Средняя температура воздуха, °С		Количество осадков, мм	
		без удобрений (контроль)	N <sub>90</sub> P <sub>110</sub> K <sub>110</sub>	навоз 20т/га+N <sub>90</sub> P <sub>110</sub> K <sub>110</sub>	навоз 20т/га+N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>160</sub> K <sub>160</sub>	за вегетацию (1.05. – 1.10)	за с.-х. год	за вегетацию (1.05. – 1.10)	за с.-х. год
Белоцерковский полигибрид*	сахара, %	15,4	16,2	15,0	16,2	14,3	16,4	6,7	543,9	766,3
	сахара, т/га	6,14	6,63	6,72	8,36	6,54				
Белоцерковский полигибрид	сахара, %	15,9	15,6	15,5	15,0	16,2	17,8	7,7	258,5	667,4
	сахара, т/га	4,31	4,85	5,36	5,40	5,86				
Веселоподолянский односемянный 29	сахара, %	16,2	15,8	15,8	15,9	15,7	18,0	8,2	282,7	503,2
	сахара, т/га	3,01	4,31	4,72	4,74	4,93				
Белоцерковский полигибрид	сахара, %	15,5	14,5	13,8	14,4	13,3	18,1	8,7	300,9	581,0
	сахара, т/га	2,99	4,09	4,07	3,76	3,91				
Ворскла (F <sub>1</sub> )	сахара, %	18,2	18,5	16,7	16,8	17,5	19,2	9,7	292,1	505,1
	сахара, т/га	4,15	6,01	6,08	6,42	4,04				
Веселоподолянский односемянный 29	сахара, %	15,6	16,2	15,6	15,6	16,0	20,6	9,3	212,5	440,3
	сахара, т/га	3,59	4,37	4,57	7,18	3,74				

\*показатели за первый год выращивания.

Самым большим этот показатель был у гибрида Ворскла (F<sub>1</sub>) и на делянках без удобрений (контроль) равнялся 18,2 %, тогда как на удобренных делянках он находился в диапазоне: от 16,7 (навоз 20 т/га +N<sub>90</sub>P<sub>110</sub>K<sub>110</sub>) до 18,5 % (N<sub>90</sub>P<sub>110</sub>K<sub>110</sub>). Средняя температура воздуха за вегетацию растений этого гибрида и сельскохозяйственный год равнялись – 19,2; 9,7 °С, а количество осадков за эти же периоды составили 292,1 и 505,1 мм. Выращивание Белоцерковского полигибрида в первый год проведения эксперимента обеспечило, соответственно системам удобрения, получение этого показателя на уровне 15,4 % и от 14,3 (N<sub>120</sub>P<sub>160</sub>K<sub>160</sub>) до 16,2 % (N<sub>90</sub>P<sub>110</sub>K<sub>110</sub>, навоз 20т/га +N<sub>60</sub>P<sub>40</sub>K<sub>60</sub>), при соответствующем температурном и водном режимах 16,4; 6,7°С и 543,9; 766,3 мм.

Анализ полученных данных о корреляционной зависимости между содержанием сахара в корнеплодах, системами удобрения и погодными условиями показал их прямую и обратную взаимосвязь. Этот показатель был положительным при средней температуре воздуха за вегетацию: низкая-0,30; 0,30; 0,06 (вар. 1,2,4) и средней-0,37;0,50 (вар. 3, 5), так и за сельскохозяйственный год в целом: низкая – 0,12 (вар.4) и средняя 0,59; 0,41; 0,36; 0,48 (вар. 1, 2, 3, 5). Между содержанием этого углевода у

основной продукции свеклы сахарной и количеством осадков за вегетацию ее растений просматривалась низкая отрицательная корреляционная зависимость:  $-0,23$ ;  $-0,25$  у вариантов №1, 3 и средняя  $-0,45$  у варианта 5, тогда как у вариантов № 2, 4 она была низкой положительной –  $0,02$ ;  $0,30$ . Взаимосвязь между содержанием сахара у корнеплодах и количеством осадков за сельскохозяйственный год, независимо от системы удобрений, был отрицательной и у вариантов № 2, 4 – низкое ( $-0,25$ ;  $-0,10$ ), а у вариантов 1, 3, 5 – среднее ( $-0,38$ ;  $-0,38$ ;  $-0,44$ ).

### Заклучение

1. Погодные условия за время проведения эксперимента существенно видоизменялись между собой. Максимальные средние показатели температуры воздуха и количество осадков относительно минимальных, за вегетацию свеклы сахарной и сельскохозяйственный год в целом были больше на 25,6 и 44,8 %, а также на 156,0 и 74,0 %.

2. Урожайность корнеплодов свеклы сахарной, как монокультуры, и ее качество проявляли динамичность по годам. Величина этих показателей имела зависимость как от антропогенных факторов (севооборот, монокультура, сорт, гибрид, система удобрения), так и от природных (температурный и водный режимы).

3. Проведенная математическая обработка урожайных данных корнеплодов свеклы сахарной, их качества и взаимосвязь этих показателей с различными системами удобрения, температурным и водным режимами показала прямую и обратную зависимость между собой.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Довідник по плануванню сільськогосподарського виробництва; за ред. І.О. Никифорука. Київ: Урожай, 1980. 360 с.
2. Tararico, Y., Saidak, R., Olepir, R., Soroka, Y., & Vitvitskiy, S. (2021). Потенціал біопродуктивності чорнозему типового в лівобережному Лісостепу України за сприятливих умов зволоження. Меліорація і водне господарство, (2), 87 – 100. <https://doi.org/10.31073/mivg202102-304>.
3. Simic M., Dragicevic V., Spasojevic I., Kovacevic D, Brankov M., Jovanovic Z. Effects of fertilizing systems on maize production long term monoculture. *IV International Symposium "Agrosym. 2013"*. P. 153–160.
4. Kohan, A., Hlushchenko, L., Hanhur, V., Samoilenko, O., Len, O., Olepir, R., Kalinichenko, S., & Kavalir, L. (2017). Unique experiment of global agriculture in the Poltava region – long-term winter rye cultivation. *Agricultural Science and Practice*, 4(1), 63–69. <https://doi.org/10.15407/agrisp4.01.063>
5. Русинов, В. І., Яблунівська М. П., Шевченко А. І. Урожайність провідних сільськогосподарських культур у сівозміні та беззмінного їх вирощування. Наук.-техн. бюл. Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесла УААН. Вип.5. К.: Аграрна наука. 2006. С. 220–226.
6. Олєпір, Р. В., Глущенко Л. Д., Лень О. І. Урожайність буряка цукрового і її якість за беззмінного вирощування та різних систем удобрення. MODERNS SCIENTIFIC RESEARCHES. БЕЛАРУСЬ. 2021. ВІП. № 16. – С. 137–143. <https://doi.org/10.30889/2523-4692.2021-16-01-005>
7. Gyorffy B., Berzsényi Z., Lap D. Effect of Crop Rotation and Fertilization on Maize and Wheat Yields and Yield Stability in a Long-term Experiment. *European Journal of Agronomy*. 2000. № 13. P. 225–244.
8. Merbach W., Deubel A. Long-term field experiments – museum relics or scientific challenge? *Plant, Soil and Environment*. 2008. №5. P. 219–226.
9. Jenkinson D. S. The Rothamsted long-term experiments: are they still of use? *Agronomy Journal*. – 1991. – № 83(1). – P.2–10.
10. Дьяков, В. Н. Стоит ли возделывать озимую рожь после озимой себя / В. Н. Дьяков // Земледельческая газета. – 1898. – №39. – С. 839–843; №40. С. 857–866.
11. Влияние природных факторов на фитосанитарное состояние посевов озимой ржи и ее продуктивность / Л. Д. Глущенко [и др.] // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – №4. – С. 60–63.
12. Бондарева, В. Ю. Возделывание кукурузы на зерно в насыщенных севооборотах и бессменных посевах / В. Ю. Бондарева. – М.: Агропромиздат, 1986. – 49 с.
13. Глущенко, Л. Д. Олєпір Р. В., Лень О. І., Самойленко О. А. Врожайність цукрового буряка у беззмінному посіві та у сівозміні. Біоенергетика/Bioenergy.2020. № 2(16). С. 34–37. <https://doi.org/10.47414/be.2.2020.225004>.
14. Єрмолаєв, М. М., Шиліна Л. І., Літвінов Д. В. Водний режим чорнозему типового в короткоротаційних зернових сівозмінах. Зб. наук. пр. Ін-ту землеробства УААН. 2002. Спец. випуск. С. 161–166.