

# Авторская методика компании «Штрубе Рус»: прогнозирование потерь урожая сахарной свёклы при нарушении научно обоснованного севооборота

**А.Н. ЦЫКАЛОВ**, канд. с/х наук, руковод. научно-исследовательской работы, продукт-менеджер по сахарной свёкле ООО «Штрубе Рус», доцент кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений ВГАУ (e-mail: a.tsykalov@strube.ru)

## Введение

Цель сельскохозяйственного производства — получить максимально возможный урожай высокого качества с учётом его экологической безопасности. Данная цель является очень важной и в то же время не всегда осуществимой в полной мере. Получение высоких и качественных урожаев сопряжено с интенсивным применением пестицидов и минеральных удобрений. Особенно это актуально для свекловодства.

Достижению цели способствуют научно обоснованные севообороты. Однако концентрация производства сахарной свёклы часто приводит к грубому нарушению севооборотов. По крайней мере в 50 % случаев при повторном посеве сахарной свёклы на одном и том же поле может наступить полная или частичная гибель растений культуры.

## Цель исследования

Цель полевых опытов — определить возможное снижение урожайности и качества сахарной свёклы в случае несоблюдения севооборотов, что часто встречается в ходе деятельности свекловодческих холдингов Российской

Федерации. Концентрация производства сахарной свёклы в России, произошедшая в первые два десятилетия XXI в., нередко происходит с нарушением севооборота.

## Задачи исследований

1. Установить возможное снижение густоты растений сахарной свёклы к уборке, потери урожайности корнеплодов и выхода сахара при нарушении научно обоснованного севооборота.

2. Определить снижение качественных показателей корнеплодов сахарной свёклы в случае несоблюдения научно обоснованного севооборота.

3. Выявить минимальное распространение болезней листового аппарата и корнеплодов сахарной свёклы при нарушении научно обоснованного севооборота.

Данная методика применена впервые с учётом исследований разных по своим характеристикам гибридов сахарной свёклы. Методика оценки влияния севооборота на урожайность и качество сахарной свёклы является абсолютно повторимой в любых почвенно-климатических условиях. Она позволит оценить риски, связанные с нарушением свекловичных се-

вооборотов, и избежать их чрезмерного нарушения, а также сэкономить затраты и предотвратить деградацию почв.

## Анализ современного состояния проблемы

Сахарную свёклу в севообороте размещают по лучшим полям с уклоном не выше 3°. Для этого выделяют участки с плодородными чернозёмами, глубоким пахотным слоем и хорошими агрофизическими свойствами почвы. Лучшими предшественниками сахарной свёклы являются озимые хлеба. Оптимальное насыщение севооборота культурой — 25–30 %. Срок возврата свёклы на прежнее место составляет 3–4 года, что даёт достаточный уровень её фитосанитарной защиты.

Чрезмерная же концентрация сахарной свёклы в севообороте приводит к свеклоутомлению почвы, накоплению болезней и вредителей. Урожайность при нарушении севооборота падает на 40 % и более. При повторных посевах интенсивно размножаются злостные вредители (корневая тля — *Pemphigus fuscicornis*, свекловичная нематода — *Heterodera schachtii* и др.). Сахарную свёклу надо

высевать подальше от прошлогодних свекловичных полей, чтобы избежать перехода вредителей и переноса патогенов [1, 2].

Основной причиной падения урожайности при нарушении севооборота является то, что многие возбудители болезней и вредители отлично сохраняются на растительных остатках свёклы (ботва, корнеплоды и их обломки). Из опасных – это возбудители корневой гнили (грибы из рода оомицетов *Pythium* и *Aphanomyces*), возбудители корневой гнили бурой гнили (*Rhizoctonia solani*), листовых болезней церкоспороза (*Cercospora beticola*) и рамуляриоза (*Ramularia beticola*). На растительных остатках также зимует огромная масса вредителей, в частности свекловичная крошка (*Atomaria linearis*) [3].

Однако, несмотря на очевидные минусы нарушения севооборота при возделывании сахарной свёклы, часто практикуется её посев на одном и том же поле два года подряд. Нередко встречается трёхпольный севооборот: «сахарная свёкла – соя или яровой ячмень – озимая пшеница» или даже двухпольный: «сахарная свёкла – озимая пшеница». Следует, конечно, принять во внимание, что подоб-

ные решения свекловоды принимают, руководствуясь, как им кажется, «объективными» причинами: необходимость увеличить долю сахарной свёклы, потребность в усовершенствовании логистики транспортировки корнеплодов, отсутствие в свекловодческом холдинге большого количества свеклопригодных полей и т. д. Поэтому, к большому сожалению, пресыщение севооборотов этой культурой имеет место [4].

#### Материалы исследования

Полевой опыт был проведён в 2020 и 2021 гг. на базе опытного поля компании «Штрубе Рус» в Воронежской области. Для определения роли нарушения севооборота при возделывании сахарной свёклы (двухполька, трёхполька) в снижении урожайности корнеплодов выполнен провокационный посев сахарной свёклы по предшественнику сахарная свёкла. Научно обоснованная система севооборотов для данной культуры предусматривает возвращение её на прежнее место не ранее 3–4 лет. Максимально в структуре посевных площадей на долю сахарной свёклы, таким образом, должно приходиться не более 20–25 %.

Объекты исследований – гибриды сахарной свёклы селекции компании «Штрубе», имеющие разные особенности и генетику. В опыте изучали также гибриды новейшего поколения, выведенные методом цифровой селекции под контролем искусственного интеллекта – Азамат и Винник (табл. 1).

Разнообразие испытываемых гибридов сахарной свёклы позволило получить объективные данные по изучаемому вопросу. Отметим также, что исследуемые гибриды имеют хорошую устойчивость к основным болезням культуры.

#### Результаты

Фон распространения болезней в опытах различался по годам, однако продуктивность гибридов снижалась, что связано с нарушением севооборота. Так, в 2020 г., несмотря на отсутствие эпифитотий и сохранение густоты растений к уборке, урожайность корнеплодов и сбор сахара снизились вследствие более слабого развития растений, чем в вариантах с соблюдением севооборота. В 2021 г. было отмечено появление эпифитотий, особенно церкоспороза. Густота растений

Таблица 1. Схема опыта и характеристики гибридов

Номер опыта	Гибрид (индивидуальные особенности)	Год включения в реестр	Устойчивость к болезням		Характеристики		
			сильная +++	средняя ++ (толерантность)	Срок созревания	Тип	Регион регистрации
1	Армин	2010	МР, Ц	КГ	Средний	N	5, 6, 7
2	Веда	2011	МР, РК	Ц	Ранний	Z	3, 5, 6, 10
3	Гримм	2010	МР, Ц	КГ	Средний	NZ	5, 6
4	Гагарин	2014	МР		Ранний	Z	5, 6, 7
5	Гулливер	2015	МР, Ц	КГ	Среднепоздний	NZ	5, 6
6	Гуннар	2016	МР, Ц	КГ	Средний	N	6
7	Игорь	2014	МР, Ц	КГ, Рм	Средний	NZ	6
8	Королёв	2017	МР, Ц	КГ	Ранний	Z	6
9	Малкин	2017	МР, Ц	КГ	Средний	Z	5, 6
10	Пушкин	2015	МР, Ц	Рм	Средний	NZ	5, 7
11	Тибул	2016	МР, Ц	КГ	Средний	NZ	6, 7
12	Азамат	2020	МР, Р	КГ	Средний	Z	3, 6
13	Винник	2020	МР, Ц, Р	КГ	Среднеранний	NE	6

Примечание. Ц – церкоспороз, МР – мучнистая роса, КГ – корневые гнили, Р – ризомания, РК – ризоктониоз, Рм – рамуляриоз

ввиду этого сильно отличалась год от года (табл. 2).

В 2020 г. не отмечено снижения густоты растений к уборке. В 2021 г. при развитии эпифитотий произошли потери растений сахарной свёклы из-за корневых заболеваний и церкоспороза.

Таким образом, при распространении эпифитотий происходит существенная гибель растений. Начальная густота была рассчитана на получение 105–110 тыс.

растений на 1 га. Гибель растений в 2021 г. по усреднённым данным по всем гибридам составила 42 %. Минимальная гибель была у гибридов Пушкин – 27 %, Игорь – 30, Малкин – 32 %. Максимальная гибель наблюдалась у гибридов Армин, Веда, Азамат, Винник – 50 %, Королёв – 48 %. Остальные гибриды – Гримм, Гагарин, Гулливер, Гуннар и Тибул заняли промежуточное положение, их гибель составила 41–45 %.

Основной причиной гибели растений сахарной свёклы в 2021 г. стало развитие болезней. Существенная гибель отмечена от корневых заболеваний. В течение вегетации вред нанёс церкоспороз (табл. 3).

При соблюдении севооборота в годы исследований развития болезней не отмечено. Нарушение севооборота приводило к распространению болезней, и, как результат, в 2021 г. по некоторым

**Таблица 2.** Густота растений к уборке в зависимости от соблюдения севооборота (2020–2021 гг.)

Гибрид	Густота растений к уборке, тыс. шт/га						Гибель растений к уборке при нарушении севооборота, %		
	Вне севооборота			С применением севооборота			2020 г.	2021 г.	2020–2021 гг.
	2020 г.	2021 г.	2020–2021 гг.	2020 г.	2021 г.	2020–2021 гг.			
Армин	106	53	80	106	106	106	0	50	25
Веда	104	53	79	108	106	107	0	50	26
Гримм	105	59	82	108	104	106	0	43	23
Гагарин	108	58	83	105	105	105	0	45	21
Гулливер	106	61	84	106	104	105	0	41	20
Гуннар	103	62	83	107	106	107	0	42	22
Игорь	106	74	90	105	105	105	0	30	14
Королёв	106	55	81	108	106	107	0	48	24
Малкин	107	72	90	103	106	105	0	32	14
Пушкин	106	77	92	102	105	104	0	27	12
Тибул	104	58	81	105	105	105	0	45	23
Азамат	105	53	79	108	106	107	0	50	26
Винник	106	53	80	102	106	104	0	50	23
Среднее по гибридам	106	61	83	106	105	106	0	42	21

**Таблица 3.** Развитие болезней растений сахарной свёклы в зависимости от соблюдения севооборота (2020–2021 гг.)

Гибрид	Болезни, балл (1 балл – отсутствие, 9 баллов – полное поражение)									Прибавка в распространении болезней от нарушения севооборота, балл		
	Вне севооборота											
	Церкоспороз			Корневые гнили			Корневые заболевания			Церкоспороз	Корневые гнили	Корневые заболевания
	2020 г.	2021 г.	2020–2021 гг.	2020 г.	2021 г.	2020–2021 гг.	2020 г.	2021 г.	2020–2021 гг.			
Армин	1	5	3	1	3	2	1	5	3	2	1	2
Веда	1	5	3	1	3	2	1	7	4	2	1	3
Гримм	1	5	3	1	3	2	1	7	4	2	1	3
Гагарин	1	5	3	1	3	2	1	7	4	2	1	3
Гулливер	1	5	3	1	3	2	1	7	4	2	1	3
Гуннар	1	5	3	1	3	2	1	7	4	2	1	3
Игорь	1	5	3	1	1	1	1	5	3	2	0	2
Королёв	1	5	3	1	3	2	1	7	4	2	1	3
Малкин	1	5	3	1	1	1	1	5	3	2	0	2
Пушкин	1	5	3	1	1	1	1	5	3	2	0	2
Тибул	1	5	3	1	1	1	1	7	4	2	0	3
Азамат	1	5	3	1	1	1	1	7	4	2	0	3
Винник	1	5	3	1	1	1	1	7	4	2	0	3
Среднее по гибридам	1,0	5,0	3,0	1,0	2,1	1,5	1,0	6,4	3,7	2,0	0,5	2,7

гибридам отмечена гибель половины растений.

Так, в 2021 г. поражение растений церкоспорозом по всем гибридам составило 5 баллов, т. е. пострадало 11–20 % листьев растений. В то же время гибель большинства растений сахарной свёклы произошла от корневая всходов или, как ещё называют эту болезнь, чёрной ножки. Поражение по большинству гибридов составило 7 баллов – 41–60 % растений. Меньше пострадали от корневая гибриды Армин, Игорь, Малкин и Пушкин – 5 баллов.

В среднем же за годы исследований нарушение севооборота привело к росту поражения церкоспорозом на 2 балла, корневыми гнилями – на 0,5 и корневом всходов – на 2,7 балла. При соблюдении севооборота поражения растений болезнями не отмечено – по всем вариантам был 1 балл.

Нарушение севооборота ведёт к потерям урожая до 30 % и более в благоприятные для развития болезней годы вследствие более слабого развития растений по сравнению с их произрастанием при выполнении научно обоснованного севооборота. В годы эпифитотий

урожайность снижается до 50 % и более, а именно до полной гибели посевов. То есть несмотря даже на сохранение густоты растений в пределах рекомендованных 100 тыс/га они существенно отстают в развитии. При соблюдении севооборота максимальная урожайность сахарной свёклы в среднем за два года была у гибридов Азамат, Веда и Винник – 59,94–62,42 т/га. При нарушении же севооборота урожайность этих гибридов снизилась до 24,07–35,80 т/га (табл. 4).

Следует обратить внимание на интересную закономерность. Урожайность между годами снизилась только на 25 %. Это свидетельствует о том, что в 2020 г. гибриды имели более мелкий корнеплод, а в 2021 г. за счёт снижения густоты корнеплоды сформировались более крупными. В реалиях производства, конечно же, многие гибриды в 2021 г. убирать было бы нерентабельно.

Минимальная урожайность при нарушении севооборота была у гибридов Азамат, Винник и Тибул – 24,07–27,62 т/га. Максимальная урожайность получена у гибридов Игорь и Пушкин – 36,57–37,07 т/га. Средняя урожайность

за два года исследований составила 30,96 т/га.

Урожайность гибридов в научно обоснованном севообороте была существенно выше – от 49,97 у гибрида Малкин до 62,42 т/га у гибрида Азамат. Потери урожая корнеплодов в 2020 г. при нарушении севооборота составили 32 % по всем гибридам (колебания 17–41 %). Потери урожая в 2021 г. были выше – 53 % (колебания 29–75 %). В среднем за два года потери урожая составили 43 %.

Более объективная картина была получена при анализе сбора сахара по гибридам. Нарушение севооборота при возделывании сахарной свёклы привело к существенному его снижению с 1 га посевов. Так, в среднем за два года по гибридам сбор сахара снизился на 45 %, при развитии болезней в 2021 г. на 57 %, а по отдельным гибридам – более 70 % (табл. 5).

Усреднённый сбор сахара при нарушении севооборота составил 5,03 т/га. Сбор сахара в благоприятном 2020 г. составил 6,10 т/га, а в неблагоприятном по эпифитотиям 2021 г. он снизился до 3,96 т/га, или на 35 %.

Максимальные потери в сборе сахара в 2020 г. были у гибридов

Таблица 4. Урожайность корнеплодов сахарной свёклы в зависимости от соблюдения севооборота (2020–2021 гг.)

Гибрид	Урожайность корнеплодов, т/га						Потери урожайности при нарушении севооборота, %		
	Вне севооборота			С применением севооборота			2020 г.	2021 г.	2020–2021 гг.
	2020 г.	2021 г.	2020–2021 гг.	2020 г.	2021 г.	2020–2021 гг.			
Армин	34,10	30,13	32,12	45,07	57,07	51,07	24	47	37
Веда	45,67	25,93	35,80	59,33	64,07	61,70	23	60	42
Гримм	34,67	29,33	32,00	48,80	52,73	50,77	29	44	37
Гагарин	34,67	22,87	28,77	52,20	62,47	57,34	34	63	50
Гулливёр	29,20	29,40	29,30	48,13	51,93	50,03	39	43	41
Гуннар	32,67	25,67	29,17	50,47	50,00	50,24	35	49	42
Игорь	40,67	33,47	37,07	54,77	62,53	58,65	26	46	37
Королёв	37,20	22,47	29,84	53,20	47,03	50,12	30	52	40
Малкин	36,67	30,67	33,67	43,93	56,00	49,97	17	45	33
Пушкин	32,07	41,07	36,57	53,37	57,67	55,52	40	29	34
Тибул	32,27	20,80	26,54	53,20	61,40	57,30	39	66	54
Азамат	38,40	16,83	27,62	57,33	67,50	62,42	33	75	56
Винник	27,93	20,20	24,07	47,27	72,60	59,94	41	72	60
Среднее по гибридам	35,09	26,83	30,96	51,31	58,69	55,01	32	53	43
НСР <sub>05</sub>	2,32	2,29	–	2,40	2,42	–	–	–	–

Винник, Гулливер, Пушкин и Тибул – 40–45 %. Меньше всего потеряли гибриды Армин, Веда и Малкин – 20–25 %.

При существенной гибели растений сахарной свёклы в 2021 г. максимальные потери в сборе сахара понесли гибриды Азамат, Винник и Тибул – 70–78 %. Минимальные потери от нарушения севооборота понёс гибрид Пушкин – 33 %.

Нарушение севооборота приводит к гибели растений и снижению по этой причине урожайности корнеплодов в первую очередь из-за

распространения болезней, которые в годы исследований способствовали в том числе снижению сахаристости корнеплодов. Сахаристость снижалась также вследствие более слабого развития растений сахарной свёклы. В среднем при нарушении севооборота сахаристость корнеплодов составляла 18,00 % против 18,81 % в научно обоснованном севообороте (табл. 6).

Сахаристость корнеплодов в годы исследований различалась по гибридам. Особенно заметны различия были в благоприятном 2020 г., когда при нарушении севооборота

у гибридов Веда, Гагарин, Гуннар, Королёв и Азамат сахаристость была несколько выше, чем в вариантах с севооборотом. Однако в целом нарушение севооборота в благоприятные годы снижает сахаристость корнеплодов на 0,41 %, а в неблагоприятные – на 1,20 %.

Помимо сахаристости корнеплодов на выход сахара с гектара в процессе производства влияют и другие качественные показатели. Важнейшим из них является доброкачественность, или чистота свекловичного сока.

Таблица 5. Сбор сахара в зависимости от соблюдения севооборота (2020–2021 гг.)

Гибрид	Сбор сахара, т/га						Потери сахара при нарушении севооборота, %		
	Вне севооборота			С применением севооборота			2020 г.	2021 г.	2020–2021 гг.
	2020 г.	2021 г.	2020–2021 гг.	2020 г.	2021 г.	2020–2021 гг.			
Армин	5,70	4,46	5,08	7,56	8,85	8,21	25	50	38
Веда	8,52	3,66	6,09	10,61	9,73	10,17	20	62	40
Гримм	5,66	4,04	4,85	8,63	8,16	8,40	34	50	42
Гагарин	6,48	3,29	4,89	9,59	10,29	9,94	32	68	51
Гулливер	5,07	4,64	4,86	9,27	8,73	9,00	45	47	46
Гуннар	6,08	4,13	5,11	8,99	8,29	8,64	32	50	41
Игорь	6,62	5,04	5,83	9,62	10,16	9,89	31	50	41
Королёв	6,61	3,47	5,04	9,40	7,89	8,65	30	56	42
Малкин	6,31	4,68	5,50	7,96	9,41	8,69	21	50	37
Пушкин	5,19	6,02	5,61	8,88	8,98	8,93	42	33	37
Тибул	5,30	2,84	4,07	8,83	9,39	9,11	40	70	55
Азамат	6,84	2,45	4,65	9,87	10,89	10,38	31	78	55
Винник	4,87	2,76	3,82	8,26	11,04	9,65	41	75	60
Среднее по гибридам	6,10	3,96	5,03	9,04	9,37	9,20	33	57	45

Таблица 6. Сахаристость корнеплодов сахарной свёклы в зависимости от соблюдения севооборота (2020–2021 гг.)

Гибрид	Сахаристость корнеплодов, %						Снижение сахаристости при нарушении севооборота, %		
	Вне севооборота			С применением севооборота			2020 г.	2021 г.	2020–2021 гг.
	2020 г.	2021 г.	2020–2021 гг.	2020 г.	2021 г.	2020–2021 гг.			
Армин	18,47	16,97	17,72	18,66	17,57	18,12	–0,19	–0,60	–0,40
Веда	20,58	16,48	18,53	19,80	17,23	18,52	0,78	–0,75	0,02
Гримм	18,22	16,25	17,24	19,52	17,48	18,50	–1,30	–1,23	–1,27
Гагарин	20,60	16,46	18,53	20,47	18,42	19,45	0,13	–1,96	–0,92
Гулливер	19,08	17,70	18,39	21,42	18,81	20,12	–2,34	–1,11	–1,73
Гуннар	20,50	18,08	19,29	19,77	18,62	19,20	0,73	–0,54	0,10
Игорь	17,98	16,86	17,42	19,45	18,23	18,84	–1,47	–1,37	–1,42
Королёв	19,67	17,55	18,61	19,57	18,82	19,20	0,10	–1,27	–0,59
Малкин	19,01	17,35	18,18	20,03	18,82	19,43	–1,02	–1,47	–1,25
Пушкин	17,93	16,53	17,23	18,51	17,63	18,07	–0,58	–1,10	–0,84
Тибул	18,29	15,96	17,13	18,60	17,36	17,98	–0,31	–1,40	–0,86
Азамат	19,61	16,56	18,09	19,19	18,15	18,67	0,42	–1,59	–0,59
Винник	19,24	16,06	17,65	19,55	17,24	18,40	–0,31	–1,18	–0,75
Среднее по гибридам	19,17	16,83	18,00	19,58	18,03	18,81	–0,41	–1,20	–0,81

Доброкачественность свекловичного сока во всех изучаемых вариантах опыта была выше в благоприятный 2020 г. и снижалась при развитии эпифитотий в 2021 г. Причём в 2020 г. при нарушении севооборота доброкачественность сока в среднем по гибридам составила 90,48 %, а в севообороте она немного снизилась до 89,93 %.

В случае невыполнения севооборота доброкачественность сока составила в среднем за два года по гибридам 88,92 %. Соблюдение севооборота позволило увеличить его чистоту до 89,35 % (табл. 7).

Таким образом, снижение доброкачественности сока в среднем по гибридам составило 0,42 %. Можно предположить, что нарушение севооборота приведёт к снижению этого показателя, хотя следует отметить, что большего снижения чистоты свекловичного сока не зафиксировано.

От доброкачественности сока зависит такой показатель, как белый сахар (или техническое достоинство), показывающий возможный выход сахара из корнеплодов свёклы на заводе. Данный показатель используется для расчёта такого показателя, как белый сахар, или

техническое достоинство. Расчёт белого сахара позволил чётко представить картину влияния севооборота на технологические качества корнеплодов, так как он увязан с доброкачественностью и сахаристостью корнеплодов.

Несмотря на некоторые колебания по ряду гибридов, в благоприятном 2020 г. содержание белого сахара в корнеплодах при нарушении севооборота было ниже, чем при его соблюдении: 17,35 % против 17,62 %. Развитие эпифитотий сахарной свёклы в 2021 г. существенно снизило показатель белого сахара в корнеплодах: 14,71 % против 16,01 %.

В среднем за два года по гибридам при нарушении севооборота белый сахар был равен 16,03 %. Соблюдение научно обоснованного севооборота позволило поднять этот показатель по изучаемым гибридам сахарной свёклы до 16,82 % (табл. 8).

Таким образом, нарушение севооборота привело к снижению показателя белого сахара (технического достоинства) на 0,79 %. В благоприятный 2020 г. снижение белого сахара было ниже – 0,28 %, чем при развитии эпифитотий в 2021 г. – снижение на 1,29 %.

### Заключение

Таким образом, результаты полевых опытов показывают, что нарушение свекловичного севооборота неизменно приведёт к потерям урожайности корнеплодов и снижению показателей качества. Даже в отсутствие гибели растений урожайность снижается в результате более слабого индивидуального их развития. При распространении эпифитотий гибель растений гибридов сахарной свёклы наступала от корнееда всходов,



Гибель растений сахарной свёклы от болезней при нарушении севооборота (всходы около 100 тыс./га)

Таблица 7. Доброкачественность свекловичного сока в зависимости от соблюдения севооборота, 2020–2021 гг.

Гибрид	Доброкачественность свекловичного сока, %						Снижение доброкачественности сока при нарушении севооборота, %		
	Вне севооборота			С применением севооборота			2020 г.	2021 г.	2020–2021 гг.
	2020 г.	2021 г.	2020–2021 гг.	2020 г.	2021 г.	2020–2021 гг.			
Армин	90,45	87,24	88,85	89,93	88,34	89,14	0,52	–1,10	–0,29
Веда	90,72	85,69	88,21	90,37	88,19	89,28	0,35	–2,50	–1,08
Гримм	89,68	84,78	87,23	90,59	88,57	89,58	–0,91	–3,79	–2,35
Гагарин	90,79	87,31	89,05	89,74	89,46	89,60	1,05	–2,15	–0,55
Гулливёр	90,97	89,15	90,06	89,96	89,34	89,65	1,01	–0,19	0,41
Гуннар	90,83	89,12	89,98	90,06	89,03	89,55	0,77	0,09	0,43
Игорь	90,47	89,37	89,92	90,35	89,09	89,72	0,12	0,28	0,20
Королёв	90,35	87,98	89,17	90,31	89,08	89,70	0,04	–1,10	–0,53
Малкин	90,46	88,01	89,24	90,46	89,26	89,86	0,00	–1,25	–0,63
Пушкин	90,17	88,64	89,41	89,93	88,34	89,14	0,24	0,30	0,27
Тибул	89,81	85,45	87,63	89,20	88,07	88,64	0,61	–2,62	–1,01
Азамат	90,80	88,07	89,44	88,77	88,88	88,83	2,03	–0,81	0,61
Винник	90,70	84,94	87,82	89,39	88,20	88,80	1,31	–3,26	–0,98
Среднее по гибридам	90,48	87,37	88,92	89,93	88,76	89,35	0,55	–1,39	–0,42

**Таблица 8. Белый сахар (техническое достоинство) корнеплодов сахарной свёклы в зависимости от соблюдения севооборота (2020–2021 гг.)**

Гибрид	Белый сахар (техническое достоинство), %						Снижение белого сахара при нарушении севооборота, %		
	Вне севооборота			С применением севооборота			2020 г.	2021 г.	2020–2021 гг.
	2020 г.	2021 г.	2020–2021 гг.	2020 г.	2021 г.	2020–2021 гг.			
Армин	16,71	14,81	15,76	16,78	15,52	16,15	–0,07	–0,71	–0,39
Веда	18,67	14,12	16,40	17,89	15,19	16,54	0,78	–1,07	–0,15
Гримм	16,34	13,78	15,06	17,68	15,48	16,58	–1,34	–1,70	–1,52
Гагарин	18,70	14,37	16,54	18,37	16,48	17,43	0,33	–2,11	–0,89
Гулливёр	17,36	15,78	16,57	19,27	16,80	18,04	–1,91	–1,02	–1,47
Гуннар	18,62	16,11	17,37	17,81	16,58	17,20	0,81	–0,47	0,17
Игорь	16,27	15,07	15,67	17,57	16,25	16,91	–1,30	–1,18	–1,24
Королёв	17,77	15,44	16,61	17,68	16,77	17,23	0,09	–1,33	–0,62
Малкин	17,20	15,27	16,24	18,12	16,80	17,46	–0,92	–1,53	–1,23
Пушкин	16,17	14,65	15,41	16,65	15,58	16,12	–0,48	–0,93	–0,71
Тибул	16,42	13,64	15,03	16,59	15,29	15,94	–0,17	–1,65	–0,91
Азамат	17,81	14,58	16,20	17,21	16,13	16,67	0,60	–1,55	–0,48
Винник	17,45	13,64	15,55	17,47	15,21	16,34	–0,02	–1,57	–0,80
Среднее по гибридам	17,35	14,71	16,03	17,62	16,01	16,82	–0,28	–1,29	–0,79

а в течение вегетации урожайность и качество пострадало от развития церкоспороза листьев.

Несоблюдение севооборота привело к снижению сбора сахара в среднем за два года по гибридам на 45 %. В благоприятные годы сбор сахара снизился в среднем по гибридам на 33 %, а при развитии эпифитотий и частичной гибели растений – на 57 %.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что нарушение свекловичного севооборота ведёт к снижению урожайности и сбора сахара. Рентабельность производства сахарной свёклы в таких условиях существенно снизится.

**Список литературы**

1. Гуреев, И.И. Современные технологии возделывания и уборки сахарной свёклы. Практическое руководство / И.И. Гуреев. – М. : Печатный Город, 2009. – 224 с.
2. Растениеводство Центрального Черноземья России / В.А. Федотов [и др.] ; под ред. В.А. Федотова, С.В. Кадырова. – Воронеж : «Издательство Черноземье», 2019. – 581 с.
3. Сахарная свёкла (выращивание, уборка, хранение) / Д. Шпаар [и др.] ; под общ. ред. Д. Шпаара. – М. : DLV Агродело, 2006. – 315 с.
4. <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/17215-/>

**Аннотация.** Определение возможного снижения урожайности и качества сахарной свёклы при нарушении севооборотов является очень актуальным в связи с концентрацией её производства. В настоящее время свекловодством в Российской Федерации занимаются в основном крупные специализированные холдинги, аффилированные с сахарными заводами. Таким образом, выстроена законченная система, подразумевающая максимальное самообеспечение предприятий собственным сырьём. Вместе с тем концентрация производства этой культуры вокруг сахарных заводов зачастую ведёт к нарушению севооборота. В краткосрочной перспективе нарушение севооборота негативных эффектов не даёт. Однако систематическое невыполнение правила чередования сахарной свёклы с другими культурами, которое предусматривает её возвращение на прежнее место не ранее чем через 3–4 года, ведёт к негативным последствиям. Данная научно-методическая разработка позволяет оценить риски, связанные с нарушением севооборота, особенно злостным (возвращение сахарной свёклы на поле через два года или даже на следующий год). Провокационный посев сахарной свёклы на второй год на одном и том же поле позволяет выявить негативные последствия нарушения севооборота. Отмечено снижение урожайности корнеплодов, даже без гибели растений, не менее чем на 20 %, что является результатом неправильного севооборота. При развитии болезней культуры гибель растений составит до 30 % и выше, а урожайность корнеплодов снизится более чем на 40 %.

**Ключевые слова:** сахарная свёкла, севооборот, Штрубе, болезни, урожайность корнеплодов.

**Summary.** Determination of a possible decrease in the yield and quality of sugar beets in case of violation of crop rotations is very relevant due to the concentration of its production. At present, beet growing in the Russian Federation is mainly carried out by large specialized holdings affiliated with sugar factories. Thus, a complete system has been built, implying the maximum self-sufficiency of the sugar factory with its own raw materials. However, the concentration of sugar beet production around sugar factories often leads to violation of crop rotation rules. In the short term, the violation of crop rotation does not give negative effects. However, a systematic violation of the rule of sugar beet rotation, which implicates repeat sowing no earlier than 3–4 years, leads to negative consequences. This scientific and methodological development makes it possible to assess the risks associated with violation of crop rotation, especially with malicious violations (the return of sugar beets to the field in two years or even the next year). A provocative sowing of sugar beet for the second year in the same field will reveal the negative consequences of crop rotation violations. A decrease in the yield of root crops, even without plant death, by at least 20 % was noted, which is the effect of bad crop rotation on the development of sugar beet plants. With the development of sugar beet diseases, the death of plants will be up to 30 % or more, and the yield of root crops will decrease by more than 40 %.

**Keywords:** sugar beet, crop rotation, Strube, diseases, yield of root crops.