

**Земледелие и мелиорация**

УДК 638.63: 631.8

DOI: 10.31857/S250026272201001X

**УРОЖАЙ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СЕВООБОРОТА, СПОСОБА ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ, ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ**

**С.И. Тютюнов**, член-корреспондент РАН,  
**А.С. Цыгуткин**, кандидат биологических наук,  
**И.В. Логвинов**

Белгородский федеральный аграрный научный центр РАН,  
 308001, Белгород, ул. Октябрьская, 58  
 E-mail: ASZ.RU@mail.ru

*Исследование проводили с целью изучения закономерностей влияния севооборотов, способов основной обработки почвы, доз минеральных и органических удобрений на урожайность сахарной свёклы по результатам многофакторного полевого опыта, заложенного в 1987 г. в Белгородской области на чернозёме типичном тяжелосуглинистом с содержанием в слое 0...30 см гумуса – 5,18...5,32 %, подвижного фосфора и калия (по Мачигину) – 52...58 и 95...105 мг/кг соответственно, рН<sub>сол.</sub> – 5,8...6,4. Опыт заложен по полной факториальной схеме 3×3×3×3, которая включает 81 вариант. Число повторений в опыте – три. Размер делянки 4 м × 30 м. Для описания действия и взаимодействия факторов применяли регрессионный метод. Использование квадратичной модели показало тесную связь между фактическими и расчётными значениями при R = 0,94...1,00. Преимущество имел зернопаропропашный севооборот с многолетними травами, в котором сбор корнеплодов сахарной свёклы в среднем по обработкам без удобрений составил 19,0 т/га, в зернопропашном севообороте – 17,0 т/га, в зернопаропропашном севообороте с чистым паром – 15,7 т/га. Среди обработок преимущество имела безотвальная. В зернопаропропашном севообороте внесение N<sub>180</sub>P<sub>180</sub>K<sub>180</sub> увеличивало урожай на 68,8...103,3 %. Использование 80 т/га навоза обеспечивало рост урожайности на 53,7...84,7 %. В пропашных севооборотах прибавки урожая от органических и минеральных удобрений были выше. В вариантах с двойными дозами минеральных удобрений в зависимости от обработки почвы урожай возрастал на 89,5...130,0 %, с дозами навоза 40 т/га – на 17,1...42,7 %, 80 т/га – на 86,8...109,3 %. Максимальная в опыте урожайность (48,9 т/га) отмечена в севообороте с чёрным паром и двойными дозами удобрений на фоне вспашки. Эффективность минеральных и органических удобрений была выше при использовании глубоких способов обработки почвы. Наибольший урожай сахарной свёклы отмечен в вариантах с совместным применением органических и минеральных удобрений.*

**SUGAR BEET HARVEST DEPENDING ON CROP ROTATION, METHOD OF BASIC TILLAGE, DOSES OF MINERAL AND ORGANIC FERTILIZERS**

**Tyutyunov S.I., Tsygutkin A.S., Logvinov I.V.**

Belgorod Federal Agrarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 308001, Belgorod, ul. Oktyabrskaya, 58  
 E-mail: ASZ.RU@mail.ru

*In a long-term field multifactorial experiment, laid down in 1987 in the Belgorod region on typical medium-sized low-humus heavy loam on loess-like loam with a layer of 0-30 cm containing 5.18...5.32% humus, 52...58 mg/kg of mobile phosphorus and 95...105 mg/kg of mobile potassium soil (according to Machigin), pH<sub>sol.</sub> – 5.8...6.4. In the experiment, the regularities of the influence of crop rotations, methods of basic tillage, doses of mineral and organic fertilizers for the sugar beet harvest. To describe the action of the studied factors and their interactions, a regression method was used to process the data of factors with quantitative gradations. To assess the influence of the studied factors on the sugar beet harvest, a quadratic model was used, the use of which showed a close relationship between the actual values and the calculated ones with a correlation coefficient ranging from 0.945 to 1,000. The experience is based on the full 3×3×3×3 factorial scheme, which includes 81 variants. The number of repetitions in the experiment is three. The size of the plot is 4 m × 30 m. When laying out the experiment, the method of split plots with a systematic arrangement of variants within repetitions was used. Among the crop rotations studied, the grain-grass crop rotation with perennial grasses had a noticeable advantage, in which the sugar beet yield averaged 19.0 t/ha for processing without the use of fertilizers, 17.0 t/ha in the grain crop rotation, and 15.7 t/ha in the grain crop rotation with pure steam. Among the methods of basic tillage, non-tillage had an advantage. Crop rotation yield averaged 18.1 t/ha. In the grain-grass crop rotation, the introduction of azofoska at a dose of N180P180K180 increased the yield by 68.8 ... 103.3%. The greatest yield was obtained in the variant with dump plowing. The use of manure at a dose of 80 t/ha provided an increase in yield by 53.7...84.7%. In tilled crop rotations, the yield increases during the application of organic and mineral fertilizers were noticeably higher. In variants with double doses of mineral fertilizers, depending on the tillage, the yield was increased by 89.5 ...130.0%. The increase from the action of 40 t/ha of manure was 17.1... 42.7%, 80 t/ha – 86.8...109.3%. The maximum yield of sugar beet in the experiment was 48.9 t/ha, which was achieved in the crop rotation with black steam in the variant with double doses of fertilizers on the background of plowing. The efficiency of mineral and organic fertilizers was higher with deep tillage methods. The greatest yield of sugar beet was obtained in variants where organic and mineral fertilizers were used together.*

**Ключевые слова:** сахарная свёкла (*Beta vulgaris*), длительный многофакторный полевой опыт, севооборот, основная обработка почвы, минеральные удобрения, органические удобрения.

**Key words:** sugar beet (*Beta vulgaris*), long-term multifactorial field experience, crop rotation, basic tillage, mineral fertilizers, organic fertilizers.

Увеличение производства сахара остается одной из наиболее актуальных проблем агропромышленного комплекса России. В Белгородской области одной из ведущих сельскохозяйственных культур выступает сахарная свёкла, доля которой в структуре посевных площадей в регионе составляет около 10 %. Эта культура требовательна к почвенным условиям и уровню минерального питания. Увеличение производства сахарной свёклы и повышение доходности отрасли возможно при росте её урожая. Интенсивные наукоёмкие экологически безопасные технологии возделывания сельскохозяйственных культур предусматривают качественное и своевременное выполнение комплекса связанных между собой мероприятий, в том числе выбор лучших предшественников, качественная обработка почвы, использование семян высших репродукций, применение минеральных и органических удобрений, пестицидов [1, 2, 3].

Эффективность технологий возделывания сахарной свёклы зависит от многих факторов [4, 5]. Поэтому для разработки оптимальной экологически безопасной технологии необходима детальная научная информация об эффективности составляющих её элементов. Эти вопросы проработаны недостаточно.

Цель исследований – изучить закономерности влияния севооборотов, способов основной обработки почвы, доз минеральных и органических удобрений на урожайность сахарной свёклы и описать их действие с использованием математических моделей.

**Методика.** Длительный многофакторный полевой опыт по полной факториальной схеме заложен в Белгородском ФАНЦ РАН в 1987 г. Для достижения поставленной цели использовали результаты учета урожая сахарной свёклы в пятой ротации севооборота, которые обрабатывали методом регрессионного анализа.

Почва опытного участка – чернозём типичный среднесуглинистый малогумусный тяжелосуглинистый на лёссовидном суглинке с содержанием в слое 0...30 см 5,18...5,32 % гумуса, 52...58 мг/кг подвижного фосфора и 95...105 мг/кг подвижного калия (по Мачигину), рН<sub>сод.</sub> – 5,8...6,4 [6].

Все известные полевые опыты по этой теме проводили по схемам с небольшим числом вариантов. Они не обеспечивают накопления необходимой информации для оптимизации технологий возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе сахарной свёклы [7]. В условиях Белгородской области впервые на основе использования математических методов планирования эксперимента на чернозёме типичном проведено изучение поставленных вопросов в полевом опыте по полной факториальной схеме, благодаря которой получены экспериментальные данные, обеспечившие возможность моделирования действия минеральных и органических удобрений при разных способах основной обработки почвы в севооборотах с различным уровнем насыщения пропашными культурами.

Полная факториальная схема 3×3×3 включает 81 вариант. Число повторений в опыте – три. Размер делянки 4 м × 30 м. При закладке опыта использовали метод расщеплённых делянок с систематическим расположением вариантов внутри повторений.

Схема опыта предусматривала изучение следующих вариантов:

севооборот (фактор А) – зернотравянопропашной с долей пропашных культур 20 % (озимая пшеница – сахарная свёкла – ячмень + многолетние травы (эспар-

цет) – многолетние травы 1 г.п. – многолетние травы 2 г.п.); зернопропашной с долей пропашных культур 40 % (озимая пшеница – сахарная свёкла – ячмень – кукуруза на силос – горох); зернопаропропашной с долей пропашных культур 60 % (озимая пшеница – сахарная свёкла – кукуруза на силос – кукуруза на зерно – чёрный пар);

способ основной обработки почвы (фактор В) – отвальная (вспашка на глубину 30...32 см), безотвальная (обработка орудием типа Параплау на 30...32 см), минимальная (обработка дискатором на 12...14 см);

органические удобрения (фактор С) – 0, 40, 80 т/га полупрепавшего подстилочного навоза крупного рогатого скота один раз за ротацию под сахарную свеклу;

минеральные удобрения (фактор D) – 0, N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>, N<sub>180</sub>P<sub>180</sub>K<sub>180</sub> в виде аммофоски с содержанием N<sub>16</sub>P<sub>16</sub>K<sub>16</sub>.

Технология возделывания сахарной свёклы общепринятая для Центрально-Чернозёмного региона. Сорт сахарной свёклы Льговская односемянная 52 высевали по озимой пшенице.

Статистический анализ экспериментальных данных проводили регрессионным методом. Для установления количественных зависимостей урожая от доз органических и минеральных удобрений использовали модель с целыми и квадратичными степенями для органических (Oy) и минеральных (My) удобрений и целыми степенями для их парных взаимодействий:

$$Y = a_0 + a_1Oy + a_2Oy^2 + a_3My + a_4My^2 + a_5(OyMy),$$
 где Y – урожай сахарной свёклы, т/га; a<sub>0</sub> – свободный член, отражающий величину этого показателя без удобрений; a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, a<sub>3</sub> и т.д. – коэффициенты, отражающие действие того или иного фактора и взаимодействий факторов.

В уравнении регрессии использовали только главные эффекты факторов и их парные взаимодействия, так как на них приходится около 95 % эффектов от прибавок урожаев [8].

Расчёт уравнений осуществляли с использованием экспериментальных данных по программе, предусматривающей последовательную оценку и исключение незначимых членов регрессии, на основе критерия t-Стьюдента при уровне вероятности 0,95 [9]. Согласованность теоретических и фактических данных оценивали с использованием коэффициента множественных корреляций (R).

Метеорологические наблюдения проводили на специально оборудованном метеопосту, расположенном на экспериментальном участке (табл. 1). В агроклиматической зоне проведения исследований

**Табл. 1. Метеорологические условия за годы проведения исследований**

Год	Сумма среднесуточных температур воздуха выше +10 °С за вегетационный период (апрель–сентябрь), °С	Сумма осадков за период с температурой воздуха выше +10 °С, мм	ГТК
2008	2621,1	140,5	0,54
2009	3067,5	137,4	0,45
2010	3605,6	202,7	0,56
2011	3152,3	282,2	0,89
2012	3547,1	296,6	0,84
Среднее	3198,7	211,9	0,66

**Табл. 2. Уравнения регрессии, отражающие зависимость урожаев сахарной свёклы от доз органических и минеральных удобрений в севооборотах при разных способах основной обработки почвы**

Год	Обработка почвы	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции
Зернотравянопропашной севооборот			
2008	вспашка	$Y = 212,03 + 93,81Oy + 130,34My$	0,975
	безотвальная	$Y = 306,51 + 47,40Oy^2 + 43,66My^2$	0,991
	минимальная	$Y = 227,92 + 80,14Oy + 102,61My$	0,970
2009	вспашка	$Y = 256,92 + 53,84Oy^2 + 86,36My - 25,23OyMy$	0,981
	безотвальная	$Y = 237,52 + 54,67Oy + 102,35My$	0,959
	минимальная	$Y = 248,85 + 36,34Oy^2 + 92,31My$	0,956
2010	вспашка	$Y = 66,44 + 34,83Oy + 45,18My$	0,965
	безотвальная	$Y = 88,24 + 22,83Oy + 25,33My$	0,988
	минимальная	$Y = 96,46 + 20,33Oy + 25,72My$	0,960
2012	вспашка	$Y = 171,47 + 31,38Oy^2 + 103,22My$	0,972
	безотвальная	$Y = 187,71 + 23,87Oy^2 + 67,06My + 14,83OyMy$	0,994
	минимальная	$Y = 178,67 + 70,67Oy + 69,00My$	0,993
Зернопропашной севооборот			
2008	вспашка	$Y = 220,28 + 77,78Oy + 104,88My$	0,987
	безотвальная	$Y = 240,41 + 81,98Oy + 84,06My$	0,975
	минимальная	$Y = 226,61 + 55,45Oy + 89,42My$	0,961
2009	вспашка	$Y = 164,78 + 144,11Oy + 162,50My - 49,50OyMy$	0,986
	безотвальная	$Y = 158,32 + 132,42Oy + 127,97My - 46,42OyMy$	0,976
	минимальная	$Y = 209,24 + 83,33Oy + 78,39My$	0,978
2010	вспашка	$Y = 75,29 + 9,74Oy^2 + 36,44My$	0,994
	безотвальная	$Y = 67,72 + 8,00Oy^2 + 37,28My$	0,983
	минимальная	$Y = 81,35 + 4,81Oy^2 + 17,78My$	0,920
2012	вспашка	$Y = 200,89 + 28,89Oy + 21,28Oy^2 + 35,44My + 15,17OyMy$	0,999
	безотвальная	$Y = 195,50 + 56,72Oy + 61,56My$	0,948
	минимальная	$Y = 203,78 + 51,83Oy + 44,50My$	0,959
Зернопаропашной севооборот			
2008	вспашка	$Y = 195,46 + 43,70Oy + 10,25Oy^2 + 105,92My - 15,74My^2 + 38,75OyMy$	1,000
	безотвальная	$Y = 184,75 + 47,68Oy + 7,36Oy^2 + 91,74My - 5,30My^2 + 29,70OyMy$	1,000
	минимальная	$Y = 197,78 + 207,92Oy - 56,59Oy^2 + 108,60My$	0,994
2009	вспашка	$Y = 163,46 + 97,82Oy + 145,75My$	0,945
	безотвальная	$Y = 248,32 + 29,94Oy^2 + 135,23My$	0,959
	минимальная	$Y = 193,40 + 48,54Oy^2 + 94,31My$	0,977
2010	вспашка	$Y = 54,47 + 39,14Oy - 7,05Oy^2 + 54,22My - 9,29My^2 - 3,31OyMy$	0,999
	безотвальная	$Y = 76,23 + 7,91Oy^2 + 36,76My$	0,970
	минимальная	$Y = 98,83 + 5,99Oy^2 + 23,36My$	0,991
2012	вспашка	$Y = 119,87 + 104,58Oy + 93,48My$	0,960
	безотвальная	$Y = 183,07 + 25,61Oy^2 + 106,69My - 25,02My^2 + 14,12OyMy$	0,996
	минимальная	$Y = 166,06 + 62,99Oy + 65,86My$	0,966

суммы температур выше +10 °С достаточно для формирования урожая сахарной свёклы.

В среднем за пятую ротацию севооборота (2008–2012 гг.) ГТК варьировал от 0,45 в 2009 г. до 0,89 в 2011 г. и был равен в среднем 0,66, что значительно ниже среднегодовое значение (1,10) и характеризует условия вегетации как засушливые. Наиболее острый недостаток влаги отмечен в 2008, 2009 и 2010 гг.

Потребность сахарной свёклы в воде за вегетационный период составляет 365...470 мм. В наших исследованиях сумма осадков за период с температурой выше +10 °С в среднем за 2008–2012 гг. находилась на уровне 211,9 мм, то есть в 2 раза меньше оптимальной величины этого показателя. Потребность сахарной свёклы в воде в период вегетации не одинакова. С июня до августа, во время наибольшего прироста массы, она самая высокая. В годы исследований в период интенсивного роста растений и, как следствие, потребления максимального количества влаги (май–июль) выпадало достаточное количество осадков, что благоприятно отразилось на урожайности культуры.

В 2010 г. в июле среднемесячная температура составила 26,5 °С при многолетней норме 19,9 °С. Максимальная температура воздуха в этом месяце составляла 38 °С, а на поверхности почвы она достигала 59 °С, что негативно отразилось на урожайности сахарной свёклы. Поэтому в целом период исследований выдался неблагоприятным для сахарной свёклы, урожайность которой ограничивало недостаточное количество осадков.

**Результаты и обсуждение.** Ранее проведённые исследования показали, что для описания действия и взаимодействий изучаемых факторов на урожай сельскохозяйственных культур, их рост и развитие, содержания питательных элементов в растениях более подходит половинная модель, на изменение показателей, характеризующих уровень плодородия почв, – квадратичная модель. Такой вывод был сделан по результатам исследований, в которых схемы опыта включали 4 градации изучаемых факторов и более.

В нашем случае схема полевого опыта предусматривает ограниченное число градаций факторов (три),

**Табл. 3. Урожайность сахарной свёклы в зависимости от видов севооборотов и способов обработки почвы за пятую ротацию, т/га**

Вид севооборота	Год				Среднее за ротацию
	2008	2009	2010	2012	
Вспашка					
Зернотравянопропашной	21,2	25,7	6,6	17,2	17,7
Зернопропашной	22,0	16,5	7,5	20,1	16,5
Зернопаропашной	19,6	16,4	5,5	12,0	13,3
Безотвальная обработка					
Зернотравянопропашной	30,7	23,8	8,8	18,8	20,5
Зернопропашной	24,0	15,8	6,8	19,6	16,6
Зернопаропашной	18,5	24,8	7,6	18,3	17,3
Минимальная обработка					
Зернотравянопропашной	22,8	24,9	9,7	17,9	18,8
Зернопропашной	22,7	20,9	8,1	20,4	18,0
Зернопаропашной	19,8	19,3	9,9	16,6	16,4

**Табл. 4. Влияние органических и минеральных удобрений на урожай сахарной свёклы, т/га**

Вариант	Вспашка		Безотвальная		Минимальная	
	урожай	прибавка	урожай	прибавка	урожай	прибавка
Зерноотравнопропашной						
00	17,7	–	20,5	–	18,8	–
01	26,8	9,1	26,5	6,0	26,0	7,2
02	35,9	18,2	34,6	14,1	33,3	14,5
10	23,0	5,3	24,2	3,7	24,0	5,2
11	31,5	13,8	33,1	12,6	31,2	12,4
12	40,0	22,3	39,1	18,6	38,5	19,7
20	32,6	14,9	31,5	11,0	31,0	12,2
21	40,5	22,8	38,2	17,7	35,7	16,9
22	48,4	30,7	47,1	26,6	45,5	26,7
Зернопропашной севооборот						
00	16,5	–	16,6	–	18,0	–
01	25,2	8,6	26,8	10,2	23,8	5,8
02	33,5	17,0	32,1	15,5	29,5	11,5
10	23,6	7,1	23,5	6,9	22,9	4,9
11	31,2	14,7	30,1	13,5	28,7	10,6
12	38,8	22,3	36,8	20,2	34,4	16,4
20	32,2	15,6	30,9	14,3	28,0	10,0
21	38,9	22,4	36,4	19,8	33,8	15,8
22	45,7	29,2	41,8	25,2	39,5	21,5
Зернопаропашной севооборот						
00	13,3	–	17,3	–	16,4	–
01	22,7	9,4	25,8	8,5	23,9	7,5
02	30,8	17,5	32,8	15,5	31,0	14,6
10	20,5	7,2	20,3	3,0	23,1	6,7
11	30,8	17,5	29,9	12,6	30,4	14,0
12	39,8	26,5	38,0	20,7	37,7	21,3
20	27,9	14,6	26,8	9,5	29,7	13,3
21	39,1	25,8	37,5	20,2	37,1	20,7
22	48,9	35,6	46,7	29,4	44,4	28,0

включая контроль, и имеет большую «ширину шага» между дозами удобрений. Такие данные впервые обработаны регрессионным методом с использованием квадратичной модели, которая показала высокую степень корреляции между фактическими и расчётными величинами урожая сахарной свёклы от 0,945 до 1,000 (табл. 2). При этом во всех уравнениях регрессии отмечено действие таких факторов, как органические и минеральные удобрения. В 9 уравнениях регрессии доказано влияние на урожай сахарной свёклы их парных взаимодействий.

Урожайность сахарной свёклы, рассчитанная по уравнениям регрессии, за годы пятой ротации изменялась в широком диапазоне (табл. 3). Наименьшей она была в 2010 г., когда сбор корнеплодов в вариантах без удобрений не превышал 5,5...9,9 т/га, что связано с аномально высокими температурами летом в пери-

од вегетации. Наибольшую урожайность отмечали в 2008 г. – 18,5...30,7 т/га.

Среди изучаемых севооборотов заметное преимущество имел зерноотравнопропашной с многолетними травами, в котором урожайность сахарной свёклы в среднем по обработкам составляла 19,0 т/га. В зернопропашном севообороте она была равна 17,0 т/га, в зернопаропашном с чистым паром – 15,7 т/га.

Среди способов основной обработки почвы существенное преимущество имела безотвальная, при использовании которой урожайность в среднем по севооборотам составляла 18,1 т/га. В среднем за пятую ротацию максимальная урожайность сахарной свёклы на неудобренном фоне зафиксирована в зерноотравнопропашном севообороте по безотвальной обработке почвы. Она составила 20,5 т/га.

Использование минеральных и органических удобрений способствовало существенному росту урожайности сахарной свёклы во всех севооборотах (табл. 4). В зерноотравнопропашном с многолетними травами внесение азотоселитной дозы  $N_{90}P_{90}K_{90}$  увеличило ее на 29,1...51,7 % относительно контроля, а при использовании дозы  $N_{180}P_{180}K_{180}$  прибавки возрастали на 68,8...103,3 %, при этом наибольший урожай был собран в варианте с отвальной вспашкой. Использование навоза в одинарной дозе обеспечивало рост урожайности на 18,1...30,3 %, в двойной – на 53,7...84,7 %. Наибольший урожай сахарной свёклы отмечен в вариантах с совместным применением органических и минеральных удобрений. Прибавки, по сравнению с вариантами без их использования, составили 129...173 %.

В пропашных севооборотах рост урожайности при внесении органических и минеральных удобрений был заметен выше. В вариантах с единичными дозами минеральных удобрений в зависимости от обработки почвы он составлял 45,7...70,2 %, с двойными – 89,5...130,0 %, по отношению к варианту без удобрений.

Прибавки от одинарных доз навоза были равны 17,1...42,7 %, от двойных – 86,8...109,3 %. Максимальная в опыте урожайность сахарной свёклы (48,9 т/га) была достигнута в севообороте с чёрным паром при использовании двойных доз минеральных и органических удобрений по вспашке. Эффективность как минеральных, так и органических удобрений была выше на фоне вспашки и безотвальной обработки, а эффективность внесения минеральных удобрений в дозе  $N_{180}P_{180}K_{180}$  была значительно выше, чем в дозе  $N_{90}P_{90}K_{90}$ .

Таким образом, среди изучаемых севооборотов за исследуемый период наиболее эффективно проявил себя зерноотравнопропашной, преимущество которого было наиболее заметно на неудобренных фонах, где урожайность сахарной свёклы на 18,4...23,7 % превышала величину этого показателя в зернопропашном и зернопаропашном севооборотах. Из исследуемых способов обработки почвы вспашка и безотвальная обработка имели заметное преимущество, по отношению к минимальной, которое возрастало на фонах с двойными дозами минеральных и органических удобрений.

Внесение органических удобрений наиболее эффективным было в пропашных севооборотах при заделке под отвальную вспашку, где они обеспечивали существенные прибавки урожайности сахарной свёклы. Применение минеральных удобрений увеличивало сбор корнеплодов сахарной свёклы,

относительно абсолютного контроля, на 103,3 %, а при их совместном использовании с органическими прибавка достигала 173 %. Эффективность удобрений была выше в пропашных севооборотах при глубокой заделке.

#### Литература.

1. Козлова З.В., Матаис Л.Н., Глушкова О.А. Влияние кормовых севооборотов на засоренность посевов и урожайность сельскохозяйственных культур в условиях Прибайкалья // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. Т. 15. № 2 (58). С. 20-24.
2. Соловиченко В.Д., Навольнева Е.В., Логвинов И.В. Продуктивность чернозема типичного в зависимости от факторов земледелия в юго-западной части ЦЧЗ // Земледелие. 2020. № 1. С. 27-29.
3. Кузина Е.В. Влияние обработки почвы и удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 16. № 1 (61). С. 28-33.
4. Куницын Н. А., Минакова О. А. Последствие удобрений, применяемых в севообороте с сахарной свёклой, на плодородие чернозёма выщелоченного, урожайность и качество зерновых культур в Центральном Черноземье // Российская сельскохозяйственная наука. 2021. № 6. С. 14-18.
5. Никитин В. В., Соловиченко В. Д., Карабутов А. П. Влияние вида севооборота, способов основной обработки почвы и удобрений на энергетические показатели возделывания сахарной свеклы в юго-западной части ЦЧР // Земледелие. 2019. № 1. С. 18-21.
6. Влияние способов обработки почвы, минеральных и органических удобрений в различных севооборотах на содержание гумуса в чернозёме типичном / С. И. Тютюнов, В. Д. Соловиченко, А. С. Цыгуткин и др. // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 5. С. 7-12.
7. Цыгуткин А. С. Информативность опыта и ее оценка // Химия в сельском хозяйстве. 1996. № 6. С. 45-46.
8. Цыгуткин А. С., Азаров А. В. Изучение влияния технологий возделывания сельскохозяйственных культур и почвы, как саморазвивающейся системы, на содержание гумуса // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 6. С. 44-49.
9. Цыгуткин А. С. Методология статистической обработки многолетних данных опыта. М.: Россельхозакадемия, 2002. 26 с.

Поступила в редакцию 27.11.2021  
После доработки 21.12.2021  
Принята к публикации 20.01.2022