অধ্যায় 3

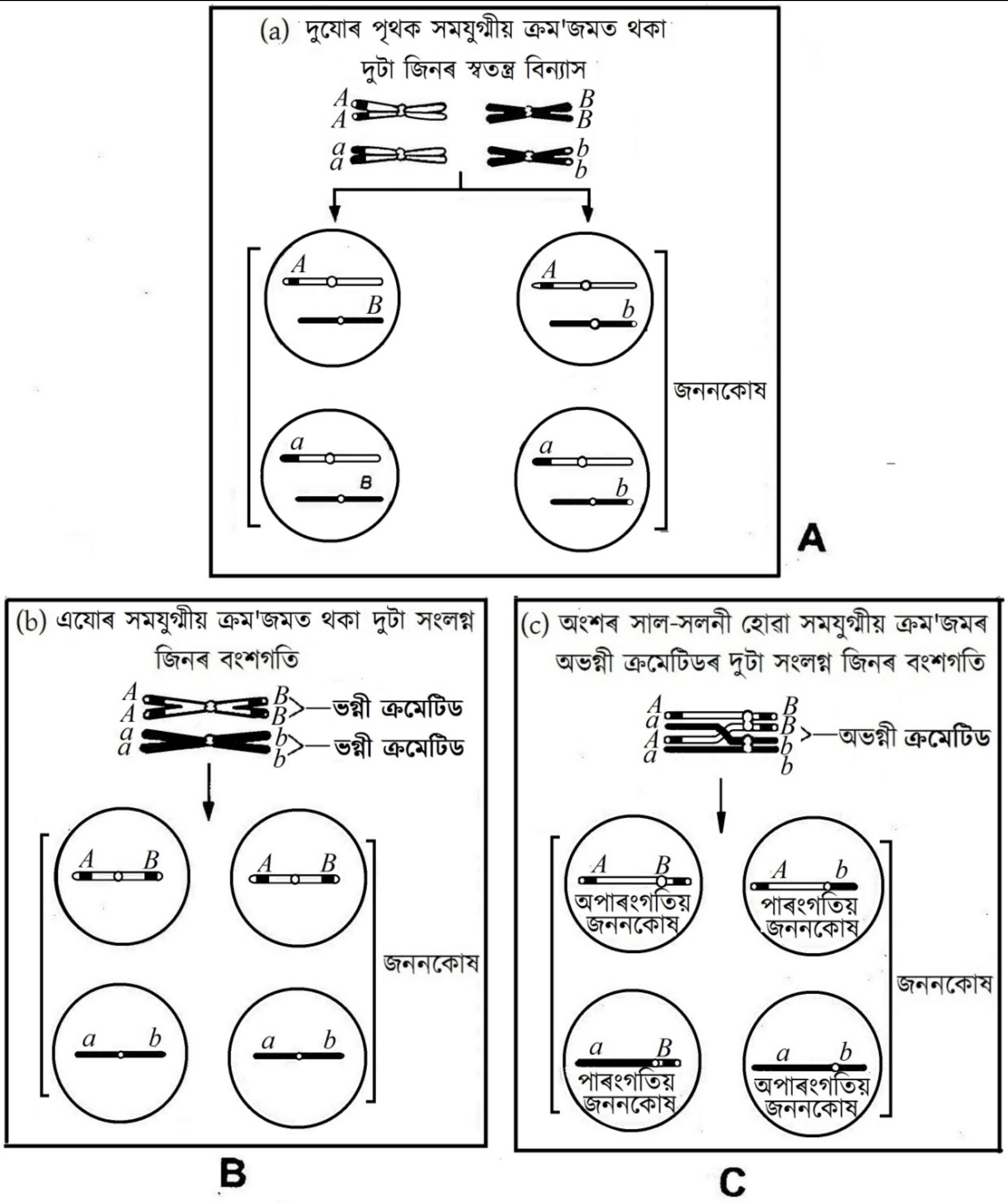
সহলগ্নতা, পাৰংগতি আৰু ক্ৰম’জমীয় মানচিত্ৰ
(Linkage, Crossing over and Chromosome map)

3.1. সহলগ্নতা (Linkage):

সংখ্যাৰ হিচাপত লক্ষ্য কৰিলে দেখিবলৈ পোৱা যায় যে জীৱ এটাৰ কোষত যিমান সংখ্যাক ক্ৰম’জম থাকে তাৰ সংখ্যাতকৈ জিনৰ সংখ্যা বহুত বেছি। তাৰোপৰি, আমি জানো যে জিনবোৰ ক্ৰম’জমতহে থাকে। গতিকে এযোৰ ক্ৰম’জমত কে’বাযোৰা জিন পোৱা যায়। এই জিনবোৰ ক্ৰম’জমত সূতাত গঁথা মণিৰ দৰে ইটোৰ পিছত সিটোকৈ সজোৱা থাকে। যিবিলাক জিন একেডাল ক্ৰম’জমত ইটোৱে সিটোৰ লগত সংযুক্ত হৈ থাকি নিষেচনৰ মাধ্যমেৰে সন্তানলৈ গতি কৰে সেইবোৰ জিনক সহলগ্ন জিন বুলি কোৱা হয়। একেডাল ক্ৰম’জমত থকা সহলগ্ন জিনবোৰে সহলগ্নভাৱে সন্তানলৈ প্ৰৱাহিত হৈ পৈতৃক জনুৰ সংযুক্তি সন্তানৰ ক্ষেত্ৰটো অক্ষুণ্ণ ৰখা কাৰ্যকে সহলগ্নতা বুলি কোৱা হয়। সহলগ্ন জিনবোৰে নিয়ন্ত্ৰণ কৰা চৰিত্ৰবোৰক সহলগ্ন চৰিত্ৰ (Linked character) বোলা হয়। আকৌ একোডাল ক্ৰম’জমত সহলগ্ন হৈ থকা জিনবোৰক একেলগে সহলগ্ন সমষ্টি (Linkage group) বুলি কোৱা হয়।

3.1.1.সহলগ্নতা বনাম স্বতন্ত্ৰ বিন্যাস (Linkage versus Independent Assortment):

তলৰ চিত্ৰত (3.1) মিঅ’ছিচ কোষ বিভাজনত স্বতন্ত্ৰ বিন্যাস, সহলগ্নতা আৰু জিন বিনিময় বা পাৰংগতি দেখুওৱা হৈছে। চিত্ৰৰ পৰা এইটো স্পষ্ট যে যেতিয়া দুযোৰ জিন (A আৰু B) দুযোৰ পৃথক ক্ৰম’জমত থাকে, তেতিয়া ইহঁতৰ প্ৰত্যেকডালেই স্বতন্ত্ৰভাৱে পৃথক হৈ বেলেগ বেলেগ জননকোষত প্ৰৱেশ কৰে। ফলস্বৰূপে ইয়াত চাৰি প্ৰকাৰৰ সংযুক্তিৰ জননকোষ (AB, Ab, aB আৰু ab) সৃষ্টি হয়। আনহাতে সহলগ্নতাত জিন দুযোৰ (A আৰু B) একেযোৰ ক্ৰম’জমতে সহলগ্ন হৈ থাকে। যদি ইহঁতৰ অভগ্নী ক্ৰমেটিডৰ মাজত খণ্ডৰ আদান-প্ৰদান নহয় অৰ্থাৎ জিন বিনিময় নহয় তেন্তে ইয়াৰ পৰা মাত্ৰ দুই ধৰণৰ সংযুক্তিৰ জননকোষহে সৃষ্টি হ’ব আৰু এই দুটা হব পৈতৃক জনুৰ সংযুক্তি। কেতিয়াবা সমযুগ্মীয় ক্ৰম’জমৰ অভগ্নী ক্ৰমেটিডৰ মাজত অংশৰ সাল-সলনি হৈ জিন বিনিময় বা পাৰংগতি হয়। এই ক্ষেত্ৰটো চাৰিধৰণৰ সংযুক্তিৰ জননকোষ সৃষ্টি হয় যদিও ইয়াত পৈতৃক জনুৰ সংযুক্তি নতুন সংযুক্তিতকৈ মাত্ৰাধিক হোৱা দেখা যায়।



চিত্ৰ: 3.1 স্বতন্ত্ৰ বিন্যাস, সহলগ্নতা আৰু পাৰংগতিৰ ফলাফল: (A) স্বতন্ত্ৰ বিন্যাসত A আৰু B জিন পৃথক পৃথক ক্ৰম'জমত থাকে আৰু মিঅ'ছিচৰ সময়ত যাদৃশ্চিকভাৱে পৃথক হৈ বেলেগ বেলেগ জননকোষত প্ৰৱেশ কৰি সমান সমান পৈতৃক আৰু নতুন সংযুক্তি দেখুৱায়। (B) সহলগ্নতাত A আৰু B জিন একে ক্ৰম'জমত থাকে আৰু পৈতৃক সংযুক্তি অক্ষুণ্ণ ৰাখি জননকোষত প্ৰৱেশ কৰে। (C) অসম্পূৰ্ণ সহলগ্নতাত A আৰু B জিন কিছুমান ক্ষেত্ৰত পাৰংগতিৰ ফলত পৃথক হৈ যায়।

3.1.2. সহলগ্নতা অধ্যয়নৰ পদ্ধতি (Methods for study of linkage):

প্ৰমাণী সংগমৰ সহায়ত সহলগ্নতা অধ্যয়ন কৰা হয়। যি দুযোৰা চৰিত্ৰৰ সহলগ্নতা অধ্যয়ন কৰা হয় তাৰ লগত সেই দুযোৰা চৰিত্ৰৰ সমযুগ্মীয় অপ্ৰভাৱী চৰিত্ৰৰ বিপৰীত লিংগৰ লগত সংকৰণ কৰা হয়। যদি জিন দুযোৰৰ মাজত সহলগ্নতা নাই তেন্তে সংকৰণৰ ফলত দ্বিতীয় অপত্য পুৰুষত চাৰি ধৰণৰ সংযুক্তিৰ সন্ততি 1:1:1:1 অনুপাতত পোৱা যাব। আনহাতে জিন দুযোৰৰ মাজত সহলগ্নতা থাকিলে দ্বিতীয় অপত্য পুৰুষত মাত্ৰ পৈতৃক সংযুক্তিৰ সংযুক্তি দুটাহে 1:1 অনুপাতত পোৱা যাব। (চিত্ৰ 3.1)।

পৈতৃক জনুৰ সংকৰণ AABB × aabb
AB/AB ab/ab

F_1 জননকোষ (AB) ↓ (ab)

প্ৰথম অপত্য পুৰুষ AB/ab (বিষমযুতক)

প্ৰমাণী সংগম AB/ab × aabb (সমযুতক অপ্ৰভাৱী)

A. স্বতন্ত্ৰ বিন্যাসৰ ক্ষেত্ৰত

	F_1 জননকোষ	F_2 জনু	সংযুক্তিৰ প্ৰকাৰ	শতাংশ
(i)	AB × ab	AB/ab	পৈতৃক সংযুক্তি	25
(ii)	ab × ab	ab/ab		25
(iii)	Ab × ab	Ab/ab	পুনৰ সংযোজিত সংযুক্তি	25
(iv)	aB × ab	aB/ab		25
				100

B. সম্পূৰ্ণ সংহলগ্নতাৰ ক্ষেত্ৰত

	F_1 জননকোষ	F_2 জনু	সংযুক্তিৰ প্ৰকাৰ	শতাংশ
(i)	AB × ab	AB/ab	পৈতৃক সংযুক্তি	50
(ii)	ab × ab	ab/ab		50

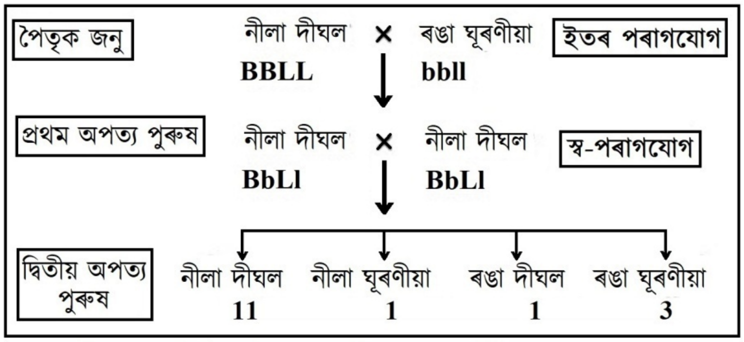
চিত্ৰ: 3.2 দুযোৰ জিনৰ সতি সন্ততি। (A) যেতিয়া জিন দুযোৰৰ প্ৰত্যেক যোৰাই পৃথক পৃথক ক্ৰম'জমত অৱস্থান কৰে তেতিয়া ইহঁতে স্বতন্ত্ৰ বিন্যাস দেখুৱায়। (B) যেতিয়া জিন দুযোৰে একেডাল ক্ৰম'জমতে অৱস্থান কৰে তেতিয়া ইহঁতে সহলগ্নতা দেখুৱায়।

1. ছাটনৰ প্ৰকল্প (Sutton’s Hypothesis):

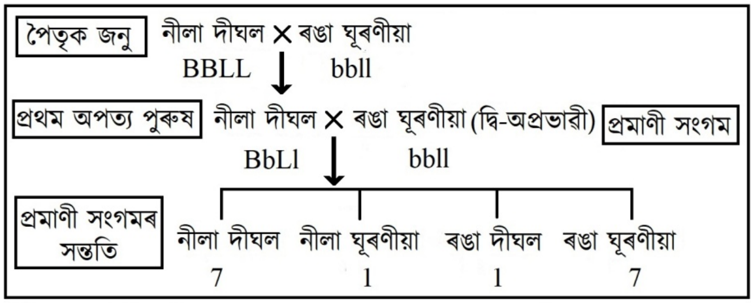
ছাটনে 1903 খৃষ্টাব্দত ক্ৰম’জমবোৰেই বংশগতিৰ একক আৰু জিনৰ বাহক বুলি মতামত আগবঢ়াইছিল। প্ৰত্যেক জীৱৰে যিহেতু বংশগতিৰ একক বা জিনৰ সংখ্যা ক্ৰম’জমতকৈ বেছি গতিকে প্ৰত্যেক ক্ৰম’জমে এটাতকৈ অধিক জিন বহন কৰে। মিঅ’ছিচৰ সময়ত ক্ৰম’জমবোৰ একক হিচাপে জননকোষত প্ৰৱেশ কৰে। জননকোষৰ জৰিয়তে জিন কঢ়িয়াই লৈ যোৱা ক্ৰম’জমবোৰো সন্তানবোৰত প্ৰৱেশ কৰে। গতিকে জিনবোৰ ক্ৰম’জমত ইটোৱে সিটোৰ লগত সংলগ্ন হৈ থাকে। ছাটনে কিন্তু তেওঁৰ প্ৰকল্পৰ বিষয়বস্তুৰ পৰীক্ষামূলক ব্যাখ্যা আগবঢ়াব পৰা নাছিল।

2. বেট্‌ছন আৰু পানেটৰ যুগ্মন আৰু বিকৰ্ষণৰ প্ৰকল্প (Bateson and Punnet's Coupling and Repulsion Hypothesis):

1906 খৃষ্টাব্দত বেট্‌ছন আৰু পানেটে মিঠা মটৰমাহৰ (Sweet pea, *Lathyrus odoratus*) ওপৰত পৰীক্ষা চলাই পোন প্ৰথম বাৰৰ বাবে সহলগ্নতা পৰ্যবেক্ষণ কৰে যদিও এওঁলোকে ইয়াক যুগ্মন (Coupling)



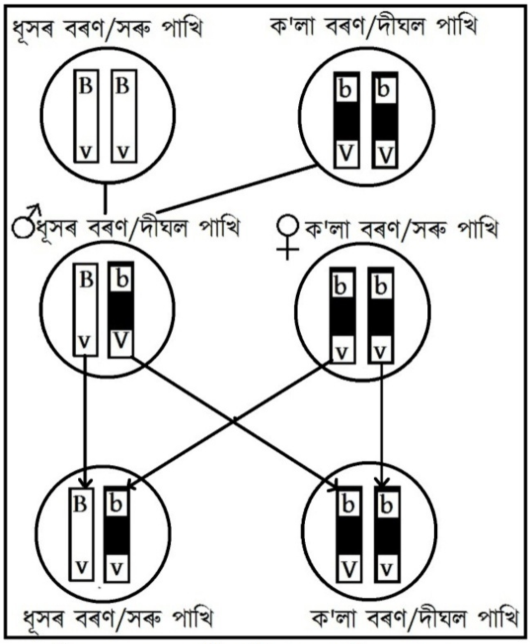
চিত্ৰ: 3.3 মিঠা মটৰমাহৰ দ্বিসংকৰণ পৰীক্ষাৰ ফলাফল।



চিত্ৰ: 3.4 মিঠা মটৰমাহৰ প্ৰথম অপত্য পুৰুষৰ লগত প্ৰমাণী সংগমৰ ফলাফল।

বুলিহে অভিহিত কৰিছিল। এওঁলোকে মিঠা মটৰ মাহৰ দুযোৰ চৰিত্ৰৰ ওপৰত সংকৰণ পৰীক্ষা (দ্বিসংকৰণ) কৰিছিল, যেনে- ফুলৰ ৰং আৰু ৰেণুৰ আকৃতি। ফুলৰ ৰঙৰ বিপৰীত লক্ষণ দুটা হ'ল নীলা ৰং (প্ৰভাৰী-B) আৰু ৰঙা ৰং (অপ্ৰভাৰী-b)। আনহাতে ৰেণুৰ আকৃতিৰ বিপৰীত লক্ষণ দুটা হ'ল দীঘল ৰেণু (প্ৰভাৰী-L) আৰু ঘূৰণীয়া ৰেণু (অপ্ৰভাৰী-l)। এই দুযোৰ লক্ষণৰ সমযুগ্মীয় নীলা-দীঘল (BBLL) লক্ষণযুক্ত মটৰমাহৰ লগত সমযুগ্মীয় ৰঙা-ঘূৰণীয়া (bbll) মটৰমাহৰ সংকৰণ ঘটাই প্ৰথম অপত্য জনুত (F_1) এওলোকে বিষমযুগ্মীয় নীলা-দীঘল লক্ষণযুক্ত মটৰমাহ পাইছিল। মেণ্ডেলৰ নিচিনাকৈ প্ৰথম অপত্য জনুৰ মাজত স্বপৰাগযোগ ঘটাই এওঁলোকেও দ্বিতীয় অপত্য পুৰুষত চাৰিপ্ৰকাৰৰ অৰ্থাৎ নীলা-দীঘল, নীলা-ঘূৰণীয়া, ৰঙা-দীঘল আৰু ৰঙা-ঘূৰণীয়া ব্যক্তৰূপ পাইছিল যদিও এওঁলোকে পোৱা দ্বিসংকৰৰ অনুপাতটো আছিল 11:1:1:3। কিন্তু মেণ্ডেলে পাইছিল 9:3:3:1। বেট্‌ছন আৰু পানেটে পুনৰ প্ৰথম অপত্য পুৰুষৰ লগত প্ৰমাণী সংগম ঘটাই (BbLl×bbll) পৰীক্ষা কৰোঁতে দ্বিতীয় অপত্য পুৰুষৰ ফলাফলত এওলোকে নীলা-দীঘল, নীলা-ঘূৰণীয়া, ৰঙা-দীঘল আৰু ৰঙা-ঘূৰণীয়া ব্যক্তৰূপ অনুপাত পাইছিল 7:1:1:7, যিটো মেণ্ডেলৰ ক্ষেত্ৰত আছিল 1:1:1:1। গতিকে ইয়াত মেণ্ডেলৰ স্বতন্ত্ৰ বিন্যাসৰ সূত্ৰ মানি চলা নাই। ইয়াত পিতৃ পুৰুষৰ গাত যিবোৰ সংযুক্তিৰ চৰিত্ৰ আছে দ্বিতীয় অপত্য পুৰুষত এইবোৰ সংযুক্তিৰ

চৰিত্ৰৰ শতকৰা হাৰ নতুনকৈ সৃষ্টি হোৱা সংযুক্তিৰ চৰিত্ৰতকৈ অধিক। ইয়াত চৰিত্ৰবোৰ বিধে বিধে বংশানুক্ৰম হওঁতে স্বতন্ত্ৰভাৱে ভাগ হৈ যোৱা নাই। বেট্‌ছন আৰু পানেটে ইয়াৰ ব্যাখ্যা এনেদৰে আগবঢ়াইছিল যে যিবোৰ সংযুক্তি পিতৃ-মাতৃৰ পৰা আহে (নীলা-দীঘল পিতাৰ পৰা আৰু ৰঙা-ঘূৰণীয়া মাকৰ পৰা) সিহঁতে পৰৱৰ্তী জনুত একেলগে থাকিবলৈ বিচাৰে অৰ্থাৎ যুগ্মন (Coupling) হয়, আনহাতে যিবোৰ সংযুক্তি নতুন অৰ্থাৎ এটা পিতাৰ আৰু আনটো মাতৃৰ বা বেলেগ বেলেগ জনকীয় জনুৰ পৰা আহে (নীলা-ঘূৰণীয়াৰ 'নীলাটো' পিতৃৰ আৰু 'ঘূৰণীয়াটো' মাতৃৰ, ঠিক তেনেদৰে ৰঙা-দীঘলৰ 'ৰঙাটো' মাতৃৰ আৰু দীঘলটো পিতৃৰ) তেন্তে সিহঁতৰ মাজত বিকৰ্ষণ (Repulsion) হয়। এয়াই হ'ল বেট্‌ছন আৰু পানেটৰ যুগ্মন আৰু বিকৰ্ষণৰ সূত্ৰ। এওঁলোকে যুগ্মন আৰু বিকৰ্ষণৰ প্ৰকৃত ব্যাখ্যা আগবঢ়াব নোৱাৰিলে। পিছত ম'ৰগানে 1909 চনত পৰীক্ষাৰ দ্বাৰা ব্যাখ্যা কৰি দেখুৱালে জিনদুটা একেডাল ক্ৰম'জমত সহলগ্ন হৈ থাকিলে যুগ্মন হয় আৰু জিনদুটাৰ মাজত পাৰংগতি হলে নাইবা জিন দুটা বেলেগ বেলেগ ক্ৰম'জমত থাকিলে ক্ৰমে বিকৰ্ষণ নাইবা স্বতন্ত্ৰ বিন্যাস হয়।



চিত্ৰ: 3.5 **কুনকুনী মাখিৰ সম্পূৰ্ণ সহলগ্নতা।**

3. ম'ৰগানৰ সহলগ্নতা সম্পৰ্কে ধাৰণা (Morgan's Concept of Linkage):

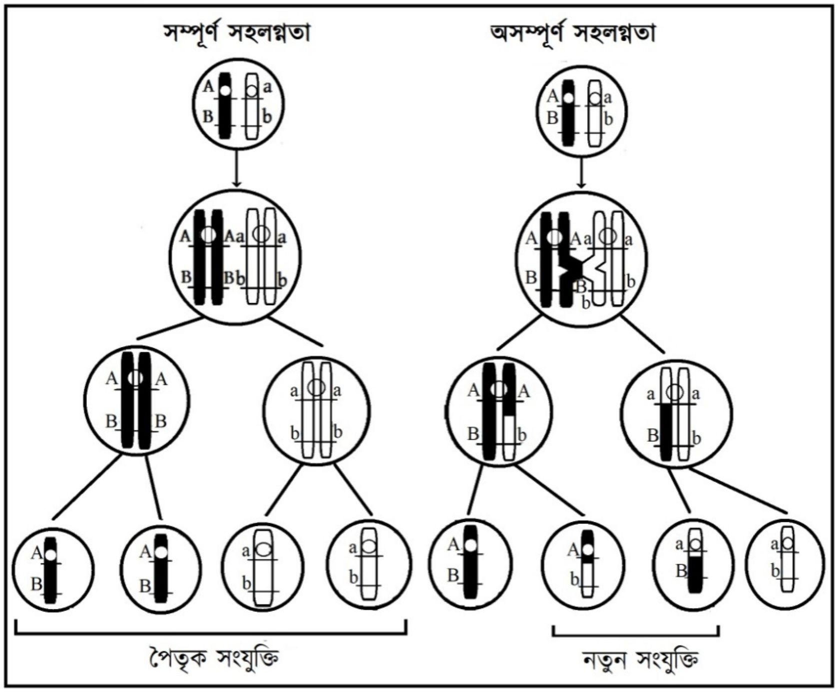
1911 চনত কুনকুনী মাখিৰ (*Drosophila melanogester*) ওপৰত পৰীক্ষা কৰি ম'ৰগানে প্ৰমাণ কৰি দেখুৱালে যে যুগ্মন আৰু বিকৰ্ষণ প্ৰকৃততে একেটা পৰিঘটনাৰে দুটা বেলেগ বেলেগ দিশ। তেওঁ লক্ষ্য কৰিছিল যে একেডাল ক্ৰম'জমত থকা জিনবোৰ পাৰংগতি নোহোৱা পৰ্যন্ত একেলগে সংলগ্নভাৱে জননকোষত প্ৰৱেশ কৰে। সহলগ্নতাৰ ব্যাখ্যা তেওঁ এনেদৰে আগবঢ়াইছিল "যিবোৰ জিন একেডাল ক্ৰম'জমত থাকে সিহতে পৈতৃক জনুৰ সংযুক্তি অক্ষুণ্ণ ৰাখি একেলগে একেটা জননকোষত প্ৰৱেশ কৰিবলৈ বিচাৰে"।

3.1.3. সহলগ্নতাৰ প্ৰকাৰ আৰু উদাহৰণ (Types and Examples of Linkage):

জিন বিনিময় নোহোৱা আৰু হোৱাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰি সহলগ্নতা দুইধৰণৰ হ'ব পাৰে, যেনে- সম্পূৰ্ণ সহলগ্নতা (জিন বিনিময় নোহোৱা) আৰু অসম্পূৰ্ণ সহলগ্নতা (জিন বিনিময় হোৱা)।

(A) সম্পূৰ্ণ সহলগ্নতা (Complete Linkage): স্বাভাৱিক প্ৰৰূপ (Wild type) ধূসৰবৰ্ণ (B) আৰু সৰু পাখিযুক্ত (v) কুনকুনী মাখিৰ (BBvv) লগত ক'লাবৰ্ণৰ (b) আৰু দীঘল পাখিযুক্ত

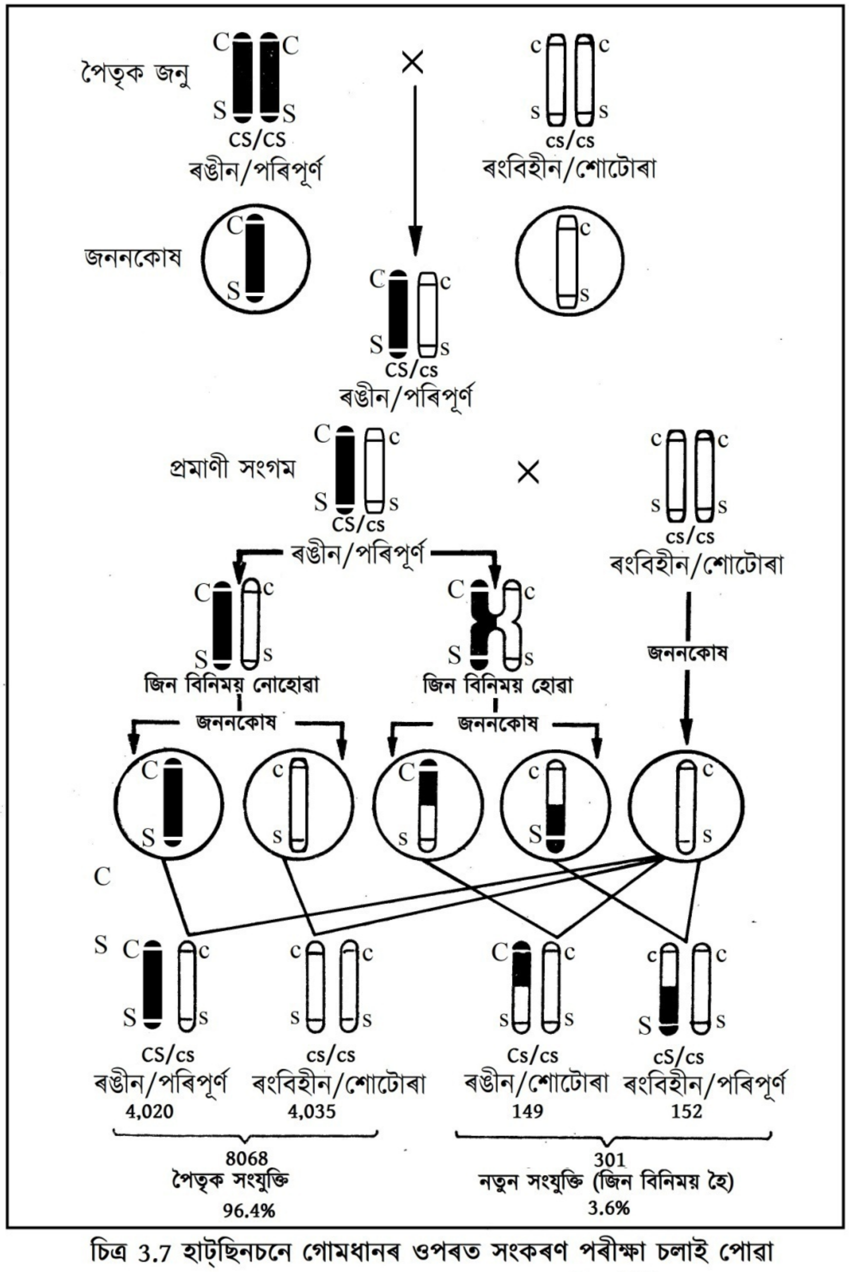
(V) কুনকুনী মাখিৰ (bbVV) সংকৰণ কৰা হয় তেন্তে প্ৰথম অপত্য পুৰুষৰ আটাইবোৰ কুনকুনী মাখিয়েই ধূসৰবৰ্ণ আৰু দীঘল পাখিযুক্ত (BbVv) হয়। এতিয়া প্ৰথম অপত্য পুৰুষৰ মতা সংকৰৰ লগত দ্বি-অপ্ৰভাৰী অৰ্থাৎ ক'লা বৰণৰ আৰু সৰু পাখিযুক্ত মাইকীৰ (bbvv) প্ৰমাণী সংগম ঘটালে দ্বিতীয় অপত্য পুৰুষত মাত্ৰ দুই ধৰণৰ সংযুক্তিৰ পোৱালীহে পোৱা যাব। এই দুইধৰণৰ সংযুক্তি হ'ব পৈতৃক জনুৰ মতা আৰু মাইকীটোৰ সংযুক্তিৰ নিচিনা। মেণ্ডেলীয় দ্বিসংকৰণ পৰীক্ষাৰ ফলাফলৰ নিচিনা ইয়াত নতুন সংযুক্তিৰ সৃষ্টি নহয়। গতিকে এই পৰীক্ষাৰ ফলাফলে এইটোৱে সূচাইছে যে ধূসৰবৰ্ণ আৰু সৰু পাখিৰ চৰিত্ৰদুটা সহলগ্ন হৈ থাকি দ্বিতীয় অপত্য পুৰুষলৈ বংশানুক্ৰম হৈছে।



চিত্ৰ: 3.6 সম্পূৰ্ণ সহলগ্নতা আৰু অসম্পূৰ্ণ সহলগ্নতা।

(B) অসম্পূৰ্ণ সহলগ্নতা (Incomplete Linkage): গোমধানত অসম্পূৰ্ণ সহলগ্নতা ভালকৈ প্ৰত্যেক্ষ কৰা হয়। সমযুগ্মীয় ৰঙীন আৰু পৰিপূৰ্ণ (CCSS) বীজযুক্ত গোমধানৰ লগত সমযুগ্মীয় ৰংবিহীন আৰু শোটোৰা (ccss) বীজযুক্ত গোমধানৰ সংকৰণ ঘটালে প্ৰথম অপত্য জনুৰ সকলোবোৰ গোমধানেই বিষমযুগ্মীয় ৰঙীন আৰু পৰিপূৰ্ণ বীজযুক্ত (CcSs) হয়। এতিয়া প্ৰথম অপত্য পুৰুষৰ সংকৰৰ (CcSs) লগত দ্বি-অপ্ৰভাৰী অৰ্থাৎ ৰংবিহীন আৰু শোটোৰা বীজযুক্ত (ccss) গোমধানৰ প্ৰমাণী সংগম ঘটালে দ্বিতীয় অপত্য পুৰুষত যিবোৰ গোমধান পোৱা যায় তাৰে প্ৰায় 96% পৈতৃক সংযুক্তি দেখুৱায় আৰু প্ৰায় 4% য়ে নতুন সংযুক্তি দেখুৱায়। এই পৰীক্ষাৰ ফলাফলে এইটোৱে সূচাইছে যে দ্বিতীয় অপত্য পুৰুষৰ প্ৰায় আটাইবিলাক (96%) গোমধানতেই ৰঙীন আৰু পৰিপূৰ্ণ বীজযুক্ত চৰিত্ৰ দুটা সহলগ্ন হৈ বংশানুক্ৰম হৈছে।

আনহাতে দ্বিতীয় অপত্য পুৰুষৰ মাত্ৰ কেইজোপামান গোমধানত (4%) মিঅ'ছিচৰ সময়ত জিন বিনিময় হোৱাৰ বাবে নতুন সংযুক্তিয়ে (ৰঙীনৰ লগত শোটোৰা আৰু ৰংবিহীনৰ লগত পৰিপূৰ্ণ) ভূমুকি মাৰিছে।



চিত্ৰ 3.7 হাট্‌ছিনচনে গোমধানৰ ওপৰত সংকৰণ পৰীক্ষা চলাই পোৱা ফলাফলত 96.4% ত সহলগ্নতা আৰু 3.6% ত জিন বিনিময়।

3.1.4. সহলগ্নতাৰ ক্ৰম’জম মতবাদ (Chromosome Theory of Linkage):

ম’ৰগান আৰু কাষ্টেলে (Morgan and Castle) সহলগ্নতাৰ ক্ৰম’জম মতবাদ আগবঢ়াইছিল। এই মতবাদৰ প্ৰধান বৈশিষ্ট্যসমূহ হ’ল-

a. সহলগ্ন দেখুওৱা জিনবোৰ একেডাল ক্ৰম’জমতে থাকে।

b. জিনবোৰ ক্ৰম’জমত ৰৈখিক আকাৰত সজ্জিত হৈ থাকে।

c. পৃথক পৃথক ক্ৰম’জমত থকা জিনবোৰ স্বতন্ত্ৰভাৱে এটা জনুৰ পৰা পৰৱৰ্তী জনুলৈ বংশানুক্ৰম হয়।

d. সংলগ্ন জিনদুটাৰ মাজত দূৰত্ব বেছি হ’লে সহলগ্নতাৰ প্ৰৱলতা কম হয় আৰু সংলগ্ন জিনদুটাৰ মাজত দূৰত্ব কম হলে সহলগ্নতাৰ প্ৰৱলতা বেছি হয়।

e. পাৰংগতি নোহোৱা পৰ্যন্ত সহলগ্ন জিনবোৰ বংশানুক্ৰমৰ সময়ত সহলগ্ন হৈ পৰৱৰ্তী জনুবোৰলৈ সঞ্চাৰিত হয়।

সহলগ্নতাৰ গুৰুত্ব (Significance of Linkage):

1. সহলগ্নতাই প্ৰকাৰণৰ মাত্ৰা হ্ৰাস কৰে। সহলগ্নতাৰ কাৰণে কিছুমান সংলগ্ন চৰিত্ৰ পৈতৃক জনু, উপজাতি আবাদী আদিত জনুৰ পিছত জনুলৈ অক্ষুণ্ন অৱস্থাত থাকে।

2. সহলগ্নতাৰ কাৰণে কৃত্ৰিম প্ৰজননকাৰীসকলে কিছুমান ওচৰা-উচৰি সহলগ্ন চৰিত্ৰক সহজতে পৃথক কৰিব নোৱাৰে।

3.2. জিন বিনিময় বা পাৰংগতি (Crossing Over):

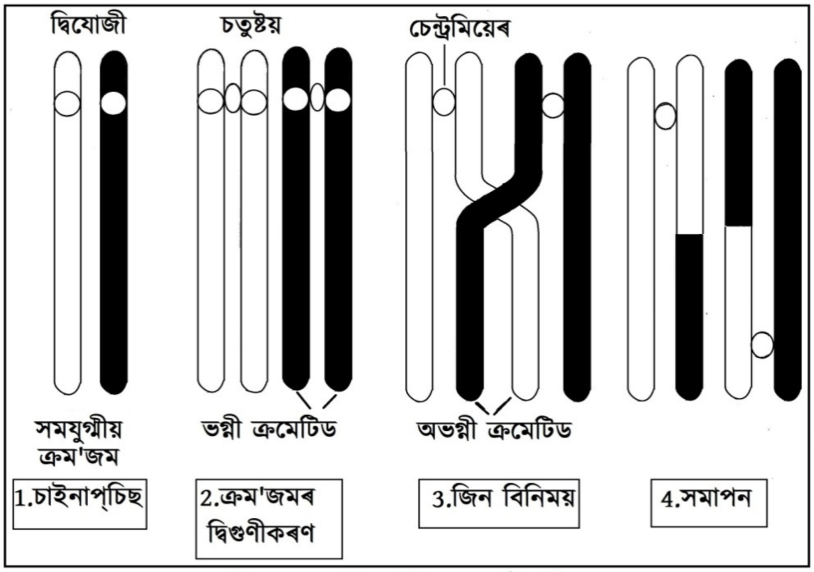
একেডাল ক্ৰম’জমত থকা সহলগ্ন জিনবোৰৰ আটাইবোৰে সংযুক্তভাৱে জননকোষত প্ৰৱেশ কৰিব নোৱাৰে। মিঅ’ছিচ কোষ বিভাজনৰ সময়ত সমযুগ্মীয় ক্ৰম’জমবোৰৰ মাজত জিনৰ বিনিময় ঘটে, যাৰ ফলত জননকোষবোৰত নতুন জিন বিন্যাসৰ আগমন ঘটে। গোমধানৰ ক্ষেত্ৰত CS আৰু cs জিন দুযোৰ দুডাল সমৰূপী ক্ৰম’জমত থাকে। এই ক্ৰম’জমদুডাল অক্ষত অৱস্থাত থাকিলে এই জিনকেইটাৰ সহলগ্নতাও অটুট থাকিলহেঁতেন। কিন্তু দেখা যায় যে প্ৰায় 96% ভাগতহে সহলগ্নতা অক্ষূণ্ন আছে বাকী 4% ভাগত জিন দুযোৰৰ মাজত আদান-প্ৰদান হৈ Cs আৰু cS হিচাপে পুনৰ সংযোজন হৈছে। এয়াই হ’ল জিন বিনিময় বা পাৰংগতি। মিঅ’চিছৰ সময়ত ক্ৰম’জমবোৰ দীঘে দীঘে ভাগ হৈ দুডালকৈ প্ৰতিৰূপী ভগ্নী ক্ৰমেটিডৰ সৃষ্টি কৰে। আনহাতে এডাল সমযুগ্মীয় ক্ৰম’জমৰ এডাল ক্ৰমেটিড আৰু আনডাল সমৰূপী ক্ৰম’জমৰ এডাল ক্ৰমেটিডক একেলগে অভগ্নী ক্ৰমেটিড বুলি কোৱা হয়। যিয়ে নহওক পাৰংগতিৰ ব্যাখ্যা এনেদৰে দিব পাৰি **“জননকোষ গঠনৰ সময়ত মিঅ’চিছ কোষবিভাজনৰ আদ্যস্তৰ-1 ৰ পেকিটিন দশাত সমৰূপী বা সমযুগ্মীয় ক্ৰম’জমৰ অভগ্নী ক্ৰমেটিডবোৰৰ অংশৰ সাল-সলনি হৈ জিনৰ বিনিময় হোৱা প্ৰক্ৰিয়াক জিন বিনিময় বা পাৰংগতি বোলা হয়”**। গোমধানৰ উদাহৰণত সহলগ্নতা আৰু পাৰংগতি দুয়োটা (চিত্ৰ:1.20) দেখুওৱা হৈছে।

3.2.1.পাৰংগতিৰ কাৰ্যপদ্ধতি (Mechanism of Crossing over):

পাৰংগতিৰ পৰিঘটনাটো মিঅ’ছিচ কোষ বিভাজনৰ আদ্যস্তৰ-1 ত ঘটে। পাৰংগতিৰ কাৰ্যপদ্ধতিক তলত দিয়া দশাকেইটাত ভগাব পাৰি।

1. চাইনাপ্‌চিছ (Synapsis): মিঅ’চিছ কোষ বিভাজনৰ আদ্যস্তৰ-1 ৰ জাইগ’টিন দশাত সমৰূপী ক্ৰম’জমবোৰে দীঘে দীঘে যোৰা পাতে। এনেকৈ সমৰূপী ক্ৰম’জমবোৰে পৰস্পৰে পৰস্পৰৰ লগত যোৰা পতা কাৰ্যটোকে চাইনাপ্‌চিছ বোলে আৰু ক্ৰম’জমৰ যোৰাটোক দ্বিযোজী (Bivalent) বোলা হয়।

2. ক্ৰম'জমৰ দ্বিগুণীকৰণ (Duplication of Chromosome): চাইনাপ্‌চিছৰ পিছতেই ক্ৰম'জমৰ দ্বৈতকৰণ আৰম্ভ হয়। দ্বিযোজী ক্ৰম'জমৰ প্ৰত্যেকডালেই পেকাইটিন দশাত দীঘে দীঘে বিভাজিত হৈ হুবহু একেধৰণৰ দুডাল ক্ৰমেটিডৰ সৃষ্টি কৰে। ক্ৰমেটিডদুডাল অৱশ্যে চেণ্ট্ৰ'মিয়েৰত বিভাজন নোহোৱাকৈ লগ লাগি থাকে। এই অৱস্থাত যুৰীয়া ক্ৰম'জমৰ পৰা চাৰিডাল ক্ৰমেটিডৰ সৃষ্টি হয় বাবে ইয়াক চতুষ্টয় (Tetrad) বোলা হয়।

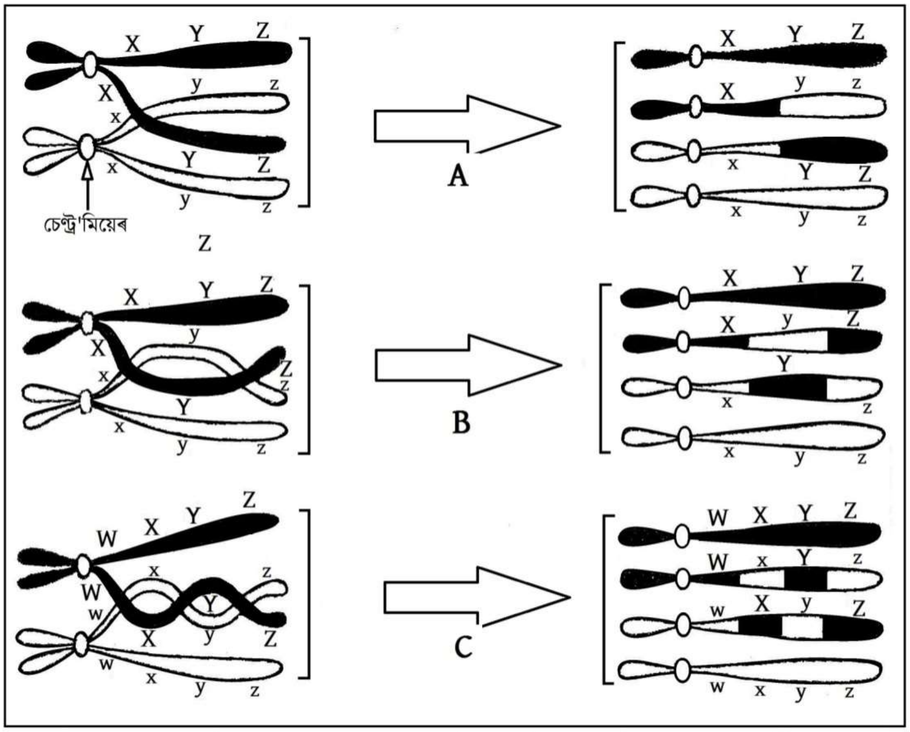


চিত্ৰ: 3.8 পাৰংগতিৰ কাৰ্যপদ্ধতি।

3. জিন বিনিময় বা ক্ৰছিং অভাৰ (Crossing over): চতুষ্টয় অৱস্থাত অভগ্নী ক্ৰমেটিডবোৰৰ ইডালে সিডালক কটা-কটি কৰে। কটা-কটি কৰা স্থানবোৰ পূৰণ চিহ্নৰ (×) নিচিনা হয় আৰু ইয়াক কায়েজ্‌মা বোলা হয়। এতিয়া এই স্থানবোৰত অভগ্নী ক্ৰমেটিডদুডাল এণ্ড'নিউক্লিয়েজ (Endonuclease) নামৰ পাচক ৰসৰ ক্ৰিয়াৰ ফলত ছিগি যায় (Stern and Hotta, 1969)। ইয়াৰ পিছত এডাল ক্ৰমেটিডৰ অংশটো আনডাল অভগ্নী ক্ৰমেটিডৰ অংশৰ লগত ছিগি যোৱা ঠাইখিনিত লাইগেজ (Ligase) নামৰ পাছক ৰসৰ সহায়ত যোৱা লাগে (Stern and Hotta, 1969)। এনেকৈয়ে অভগ্নী ক্ৰমেটিডবোৰৰ ছিগা অংশবোৰ ইয়াৰ লগত সংযুক্ত জিনসহ আদান-প্ৰদান হয়।

4. সমাপন (Terminalization): অভগ্নী ক্ৰমেটিডৰ মাজত জিনৰ আদান-প্ৰদান হোৱাৰ পিছত ক্ৰমেটিডবোৰত নতুনকৈ জিনৰ সংযুক্তি হয় আৰু লাহে লাহে দূৰলৈ আঁতৰি যায়। পিছত ক্ৰমেটিডবোৰেই একো একোডাল স্বতন্ত্ৰ ক্ৰম'জম হিচাপে বেলেগ বেলেগ জননকোষত প্ৰৱেশ কৰে।

অভগ্নী ক্ৰমেটিডবোৰৰ কে'বাঠাইত কায়েজ্‌মা সৃষ্টি হৈ কে'বাবাৰো জিন বিনিময় হ'ব পাৰে। কায়েজ্‌মাৰ সংখ্যাৰ ওপৰত ভিত্তি কৰি পাৰংগতিক তিনি প্ৰকাৰত ভাগ কৰিব পাৰি, যেনে- এক পাৰংগতি, দ্বি- পাৰংগতি আৰু বহু পাৰংগতি।



চিত্ৰ 3.9 পাৰংগতিৰ প্ৰকাৰ। A- এক পাৰংগতি, B- দ্বি-পাৰংগতি, C- বহু পাৰংগতি।

পাৰংগতিৰ তাৎপৰ্য (Significance of Crossing over):

জীৱ জগততৰ বাবে পাৰংগতি এটা সাৰ্বজনিন পৰিঘটনা। ভাইৰাছৰ পৰা মানুহলৈকে সকলো প্ৰকাৰৰ জীৱৰ ক্ষেত্ৰতে পাৰংগতিৰ পৰিঘটনা বিদ্যমান। তলত পাৰংগতিৰ তাৎপৰ্যৰ বিষয়ে আলোচনা কৰা হ'ল।

a. পাৰংগতি হ'ল প্ৰকাৰণৰ এটা প্ৰধান উৎস। পাৰংগতিৰ কাৰণে পৰৱৰ্তী জনুবোৰত নতুন সংযুক্তিবিশিষ্ট চৰিত্ৰৰ উদ্ভৱ হৈ প্ৰকাৰণৰ সৃষ্টি কৰে।

b. পাৰংগতিয়ে জিনবোৰ যে ক্ৰম'জমত ৰৈখিক আকাৰত সজ্জিত হৈ থাকে সেয়া প্ৰমাণ কৰে।

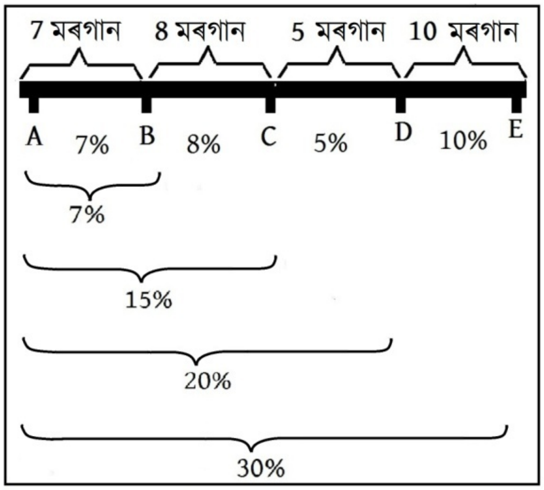
c. পাৰংগতিৰ বাৰংবাৰতা বা শতকৰা হাৰৰ পৰা একেডাল ক্ৰম'জমত থকা জিনবোৰৰ নক্সা অংকন কৰিব পাৰি।

d. পাৰংগতিৰ পৰিঘটনাৰ পৰা জিনৰ কাৰ্যকাৰী ব্যাখ্যা আগবঢ়াব পাৰি। অৰ্থাৎ "জিন হ'ল ক্ৰম'জমৰ ক্ষুদ্ৰতম অংশ যিখিনি অংশত পাৰংগতি হব নোৱাৰে"।

e. প্ৰজনন জীৱবিদ্যাৰ ক্ষেত্ৰটো পাৰংগতিয়ে বিশেষ ভূমিকা গ্ৰহণ কৰে। পাৰংগতি পদ্ধতিৰ সহায়ত নতুন সংকৰণযুক্ত চৰিত্ৰৰ বিকাশ ঘটাই অৰ্থনৈতিকভাৱে লাভজনক জাতৰ উদ্ভিদ আৰু প্ৰাণী সৃষ্টি কৰিব পাৰি।

3.3. ক্ৰম’জমৰ জিনীয় নক্সা (Genetic Map of Chromosome):

ক্ৰম’জমত জিনবোৰ এটাৰ পিছত এটাকে সংলগ্ন হৈ থাকে। এডাল ক্ৰম’জমত থকা দুটা কম দূৰত্বৰ জিনৰ মাজৰ পাৰংগতিৰ হাৰ দুটা বেছি দূৰত্বৰ জিনতকৈ কম। অৰ্থাৎ দূৰত্ব যিমানে বাঢ়ি যাব পাৰংগতিৰ হাৰো সিমানে বাঢ়ি যাব। সহজ কথাত ক’বলৈ গ’লে কম দূৰত্বৰ পথত দুৰ্ঘটনা হোৱাৰ সম্ভাৱনা কম আৰু পথৰ দূৰত্ব যিমানে বাঢ়ি যাব সিমানে দূৰ্ঘটনাৰ সম্ভাৱনাও বাঢ়ি যাব। এই পৰিসাংখ্যিক মানৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰিয়েই জিনবোৰৰ মাজৰ আপেক্ষিক দূৰত্ব জোখা হয়। এই পদ্ধতিত 1911 চনত পোনতে ষ্টুৰটেভেণ্টে (Sturtevant) ক্ৰম’জমৰ জিনীয় নক্সা প্ৰস্তুত কৰিছিল। ইয়াৰ পিছত ম’ৰগানে উল্লেখ কৰিছিল যে দুটা সলংগ্ন জিনৰ দূৰত্ব সিহঁতৰ মাজত হোৱা পাৰংগতিৰ সমানুপাতিক। পাৰংগতিৰ শতকৰা হাৰ প্ৰমাণী সংগমৰ দ্বাৰা নিৰ্ণয় কৰা হয়। দুটা জিনৰ মাজত পাৰংগতিৰ শতকৰা হাৰ 1 হ’লে জিন দুটাৰ মাজৰ দূৰত্বক 1 ম’ৰগান একক বুলি ধৰা হয়।



চিত্ৰ: 3.10 পাৰংগতিৰ শতকৰা হাৰৰ ওপৰত ভিত্তি কৰি ক্ৰম'জমত জিনৰ অৱস্থান নিৰ্ণয়।

মিঅ’ছিছৰ সময়ত সমযুগ্মীয় ক্ৰমজ’মবোৰৰ অভগ্নী ক্ৰ’মেটিডবোৰৰ মাজত ক্ৰছিং অভাৰ বা পাৰংগতি হয়। ক্ৰছিং অভাৰ হোৱা ঠাইবোৰত কিছুমান পূৰণ চিনৰ সৃষ্টি হয় আৰু এইবোৰক কাইজমা (Chaisma) বোলে। কাইজমাবোৰৰ কেন্দ্ৰত ক্ৰ’মেটিডবোৰ চিগি এডাল ক্ৰ’মেটিডৰ এটা অংশ আনডাল ক্ৰ’মেটিডৰ অংশটোৰ লগত যোৰা লাগে। ইয়াকে পুনৰ সংযোজন (Recombination) বোলে। ক্ৰম’জমৰ কিমান ঠাইত পুনৰ সংযোজন তাকে বাৰংবাৰতা (Frequency) বোলে। সাধাৰণতে ক্ৰম’জমৰ দৈৰ্ঘ্যৰ ওপৰত বাৰংবাৰতাৰ সংখ্যা নিৰ্ভৰ কৰে। দীঘল ক্ৰম’জমত বাৰংবাৰতা বেছি হয় আৰু চুটি ক্ৰম’জমত কম হয়। অৰ্থাৎ, দীঘল ক্ৰম’জমত কাইজ্মাৰ সংখ্যা বেছি আৰু চুটি ক্ৰম’জমত কাইজ্মাৰ সংখ্যা কম হয়। যেতিয়া কোনো এটা কোষৰ দুটা জিন ল’কাছৰ মাজত ক্ৰছিং অভাৰ হয়, তেতিয়া দ্বিতীয় অপত্য পুৰুষত (F_2) আধা সংখ্যাক সহলগ্ন প্ৰকৃতিৰ (Linkage) হয় আৰু আধা সংখ্যাক নতুন প্ৰকৃতিৰ পুনৰ সংযোজী (Recombinant) হয়। সেয়েহে, ক্ৰছিং অভাৰৰ বাৰংবাৰতাতকৈ কাইজ্মাৰ বাৰংবাৰতা দুগুণ হয়।

কাইজ্মা % = 2 × ক্ৰছিং অভাৰ %

ক্ৰছিং অভাৰ % = ½ × কাইজ্মা %

অন্য কথাত এডাল চতুষ্টয়ৰ (Tetrad) AB/ab জিন’টাইপযুক্ত দুটা জিন লকাছৰ (A আৰু B) মাজত যদি 30% কাইজমা সৃষ্টি হয়, তেন্তে 15% জননকোষ পুনৰ সংযোজী প্ৰকাৰৰ (Recombinant) হ’ব (AB নাইবা ab) আৰু বাকী 85% পৈতৃক সংযুক্তি বা সহলগ্ন প্ৰকৃতিৰ হ’ব।

3.3.1. ক্ৰছি অভাৰৰ বাৰংবাৰতা (Frequency of Crossing over):

সহলগ্নতাৰ পৰীক্ষাত পৈতৃক জনুৰ বাহ্যিক ৰূপ (Phenotype) আৰু পুনৰ সংযোজীৰ বাহ্যিক ৰূৰপ গণনা কৰি উলিয়াব পাৰি। পুনৰ সংযোজীৰ শতকৰা হাৰৰ পৰা ক্ৰছিং অভাৰৰ শতকৰা হাৰ উলিয়াব পাৰি। মিঠা মটৰমাহৰ (Sweet pea – *Lathyrus odoratus*) নীলা/দীঘল (BB/LL) আৰু ৰঙা/ঘূৰণীয়াৰ (bb/ll) মাজত সংকৰণ ঘটাই 2132 টাৰ (1528+106+117+381) ভিতৰত 223 টা নতুন সংযুক্তি (নীলা/ঘূৰণীয়া আৰু ৰঙা/দীঘল) পোৱা গৈছিল (106+117)। গতিকে দেখা যায় যে সৰ্বমুঠ 10.4% (223/2132 × 100) ত ক্ৰছিং অভাৰ বা নতুন সংযুক্তি হৈছিল। গতিকে ইয়াত পৈতৃক সংযুক্তি (Parental type) হ'ল 89.6%। গতিকে, ফুলৰ ৰং (নীলা/B আৰু ৰঙা/b) আৰু ৰেণুৰ আকৃতি (দীঘল/L আৰু ঘূৰণীয়া/l) জিনৰ দূৰত্ব হ'ল 10.4 মৰগান একক।

ধৰা যাওক, A, B, C, D আৰু E এই 5 টা সংলগ্ন জিনৰ ক্ৰ'মজমীয় নক্সা চিহ্নিত কৰিব লাগে। যদি দেখা যায় A আৰু E জিন দুটাৰ মাজৰ পাৰংগতিৰ শতকৰা হাৰ আটাইটকৈ বেছি আৰু যদি আমি A জিনটোৰ স্থান 0 বুলি ধৰি লওঁ তেন্তে জিন দুটাক দুটা মূৰত ৰাখিব লাগিব। আকৌ দেখা গ'ল যে A আৰু B ৰ মাজত পাৰংগতিৰ শতকৰা হাৰ 7। অৰ্থাৎ A আৰু B জিন দুটাৰ দূৰত্ব হ'ব 7 ম'ৰগান একক। গতিকে B জিনটো A ৰ পৰা 7 ম'ৰগান দূৰত্বত থাকিব। যদি C জিনটোৱে B জিনৰ লগত 8% পাৰংগতি দেখুৱায় আৰু A ৰ লগত 15% পাৰংগতি দেখুৱায় তেন্তে ইয়াক A ৰ পৰা 15 ম'ৰগান দূৰত্বত ৰাখিব লাগিব। ঠিক তেনেদৰে A জিনে D ৰ লগত 20% পাৰংগতি দেখুৱালে আৰু D জিনে E ৰ লগত 10% পাৰংগতি দেখুৱালে D জিনটোক A ৰ পৰা 20 ম'ৰগান দূৰত্ব স্থানত স্থাপিত কৰিলে চিত্ৰত দিয়া ধৰণৰ জিনীয় নক্সা এখন পোৱা যাব।

3.3.2. ক্ৰম'জমৰ জিনীয় নক্সা অংকন (Construction of Genetic Map of Chromosome):

বেলেগ বেলেগ ক্ৰম'জমত থকা জিনবোৰৰ ৰৈখিক অৱস্থান নিৰ্ণয় কৰা পদ্ধতিকে জিনীয় নক্সা বোলা হয়। কোনো এটা প্ৰজাতিৰ জিনীয় নক্সা প্ৰস্তুত কৰাৰ আগতে সেই প্ৰজাতিটোৰ কিমান সংখ্যক ক্ৰম'জম থাকে সেয়া জানিব লাগিব। ইয়াৰ পাছত প্ৰাকৃতিক (Wild) আৰু উৎপৰিৱৰ্তিত (Mutant) জাতৰ মাজত সংকৰণ ঘটাই কোনবোৰ বাহ্যিক লক্ষণ পৰৱৰ্তী জনুবোৰত একেলগে বা সহলগ্ন হৈ থাকে সেয়া লক্ষ্য ৰাখি সহলগ্ন সমষ্টিবোৰ (Linkage groups) নিৰ্ধাৰণ কৰা হয়। ইয়াৰ পাছত ওপৰত উল্লেখ কৰা ধৰণে ক্ৰছিং অভাৰৰ মানবোৰৰ ওপৰত ভিত্তি কৰি আন্তজিনীয় দূৰত্ব নিৰ্ণয় কৰা হয়।

A. দুটা নিৰ্দিষ্ট বিন্দুৰ প্ৰমাণী সংগম (Two Point Test Cross):

এযোৰ ভগ্নী ক্ৰমেটিডৰ দুটা নিদিষ্ট বিন্দুত থকা দুটা জিনৰ মাজত ঘটা ক্ৰছিং অভাৰৰ শতকৰা হাৰ প্ৰমাণী সংগমৰ দ্বাৰা নিৰূপণ কৰা হয়। ইয়াৰ বাবে প্ৰথম অপত্য পুৰুষৰ (F_1) দ্বিসংকৰৰ লগত দ্বি-অপ্ৰভাৰী (Double recessive) পৈতৃক জনুৰ সংকৰণ কৰা হয়। ইয়াত যিহেতু দুটা নিৰ্দিষ্ট বিন্দুত থকা দুটা জিনৰ ক্ৰছিং অভাৰ হয়, সেয়েহে ইয়াক দুটা নিৰ্দিষ্ট বিন্দুৰ প্ৰমাণী সংগম বোলা হয়। উদাহৰণ স্বৰূপে যদি AC/ac জিনীয় ৰূপ থকা দ্বিসংকৰৰ লগত দ্বি-অপ্ৰভাৰী ac/ac জিনীয় ৰূপযুক্ত পৈতৃক জনুৰ সংকৰণ কৰা হয়; তেন্তে, দ্বিতীয় অপত্য পুৰুষত (F_2) জিন লকাছ (নিৰ্দিষ্ট বিন্দু) দুটাত প্ৰভাৰী জিন (AC/ac) থাকিব 37%, অপ্ৰভাৰী জিন (ac/ac) থাকিব 37%, প্ৰথম জিন লকাছত প্ৰভাৰী জিন (Ac/ac) থাকিব 13%, দ্বিতীয় জিন

লকাছত অপ্ৰভাৰী জিন (aC/ac) 13%। পিছৰ দুটা (13% হ'ল Ac/ac আৰু 13% হ'ল (aC/ac) দ্বি-সংকৰ পৈতৃক জনুৰ জননকোষৰ ক্ৰম'জমত ক্ৰছিং অভাৰ (13+13) হৈ সৃষ্টি হৈছে। ইয়াত ক্ৰছিং অভাৰ হোৱা জননকোষৰ শতকৰা হাৰ হ'ল 26% (13+13)। গতিকে A আৰু C জিন দুটাৰ দূৰত্ব হ'ল 26 চেণ্টিমৰগান। 5 চেণ্টিমৰগানৰ তলত সাধাৰণতে দুটা ক্ৰছিং অভাৰ নহয়; সেয়েহে, তিনিটা নিৰ্দিষ্ট বিন্দুৰ মাজত প্ৰমাণী সংগম কৰা হয়।

B. তিনিটা নিৰ্দিষ্ট বিন্দুৰ প্ৰমাণী সংগম (Three Point Test Cross):

তিনিটা নিৰ্দিষ্ট বিন্দু নাইবা লকাছৰ প্ৰমাণী সংগমত তিনিটা জিনৰ মাজৰ পাৰস্পৰিক দূৰত্বৰ আপেক্ষিক মান পোৱা যায়। ইয়াতো প্ৰথম অপত্য পুৰুষৰ ত্ৰিসংকৰৰ লগত ত্ৰিঅপ্ৰভাৰীৰ প্ৰমাণী সংগম ঘটোৱা হয়। ইয়াৰ ফলত দ্বিতীয় অপত্য পুৰুষৰ জনুত 8 প্ৰকাৰৰ বাহ্যিক সংযুক্তি দেখিবলৈ পোৱা যায়। ইয়াৰে 2 প্ৰকাৰৰ হ'ল পৈতৃক জনুৰ বাহ্যিক সংযুক্ত আৰু বাকী থকা 6 প্ৰকাৰ হ'ল নতুন বাহ্যিক সংযুক্তি।

ধৰাহ'ল, আমি ত্ৰিসংকৰ (ABC/abc) লগত ত্ৰিঅপ্ৰভাৰীৰ (abc/abc) প্ৰমাণী সংগম কৰালে দ্বিতীয় অপত্য পুৰুষৰ জিনীয় সংযুক্তিবোৰ তলত দিয়া ধৰণৰ হ'ব।

36% ABC/abc	9% Abc/abc	4% ABc/abc	1% AbC/abc
<u>36% abc/abc</u>	<u>9% aBC/abc</u>	<u>4% abC/abc</u>	<u>1% aBc/abc</u>
72% পৈতৃক প্ৰকাৰৰ	18% A আৰু B ৰ মাজত এটা ক্ৰছিং অভাৰ	8% B আৰু C ৰ মাজত এটা ক্ৰছিং অভাৰ	2% দুটা ক্ৰছিং অভাৰ

A আৰু B ৰ মাজৰ দূৰত্ব নিৰ্ণয় কৰিবলৈ আমি সকলোবোৰ ক্ৰছিং অভাৰ (এটা আৰু দুটা ক্ৰছিং অভাৰ) দুয়োটা গণনা কৰিব লাগিব, অৰ্থাৎ 18%+2% = 20% = 20 ছেণ্টিমৰগান। গতিকে, A আৰু B মাজৰ দূৰত্ব হ'ল 20 চেণ্টিমৰগান। আকৌ, B আৰু C ৰ মাজৰ দূৰত্ব জুখিবলৈও আমি সকলো ক্ৰছিং অভাৰ (এটা আৰু দুটা ক্ৰছিং অভাৰ) গণনা কৰিব লাগিব, অৰ্থাৎ 8%+2% = 10% = 10 চেণ্টিমৰগান। গতিকে, B আৰু C জিন দুটাৰ মাজৰ দূৰত্ব হ'ল 10 চেণ্টিমৰগান। এতিয়া দেখা গল যে A আৰু C ৰ মাজৰ দূৰত্ব 20+10 = 30 চেণ্টিমৰগান।

3.3.3. জিনীয় নক্সাত প্ৰভাৱ পেলোৱা কাৰকসমূহ (Factors Affecting the Genetic Map):

ক্ৰছিং অভাৰৰ শতকৰা হাৰ নিৰ্ণয় কৰি ক্ৰম'জমৰ জিনীয় নক্সা প্ৰস্তুত কৰা হয়। ক্ৰছিং অভাৰৰ শতকৰা হাৰ প্ৰতিবন্ধকতা (Interference) আৰু সমসংঘটন (Coincidence) কাৰ্য্যৰ দ্বাৰা পৰিৱৰ্তিত হয়।

প্ৰতিবন্ধকতা (Interference):

সাধাৰণতে উচ্চখাপৰ জীৱবোৰত দেখা যায় যে এডাল ক্ৰম'জমৰ অভগ্নী ক্ৰমেটিডৰ এটা কাইজ্মাৰ সৃষ্টিয়ে কাষৰীয় অংশৰ কাইজ্মা সৃষ্টিত প্ৰতিবন্ধকতাৰ সৃষ্টি কৰে। মুলাৰ (Muller) নামৰ বৈজ্ঞানিকজনে প্ৰথমতে 1911 চনত ইয়াক লক্ষ্য কৰিছিল। প্ৰতিবন্ধকতা ক্ৰছিং অভাৰৰ শতকৰা হাৰৰ বিপৰীতভাৱে সমানুপাতিক (Inversely proportional)। দূৰত্ব কম হ'লে প্ৰতিবন্ধকতা বেছি হয় আৰু দূৰত্ব বাঢ়ি গ'লে প্ৰতিবন্ধকতা কমি যায়। ক্ৰম'জমৰ বেলেগ বেলেগ অংশত প্ৰতিবন্ধকতাৰ শক্তিও বেলেগ বেলেগ হয় আৰু

ইয়াক **সমসংঘটনৰ গুণাংক** (Coefficient of co-incidence) বোলা হয়। তলত দিয়া সূত্ৰৰ দ্বাৰা ইয়াক প্ৰকাশ কৰা হয়।

$$\textbf{সমসংঘটনৰ} \text{ গুণাংক} = \frac{\text{দুটা প্ৰকৃত ক্ৰছিং অভাৰৰ \%}}{\text{দুটা আকাংক্ষিত ক্ৰছিং অভাৰৰ \%}}$$

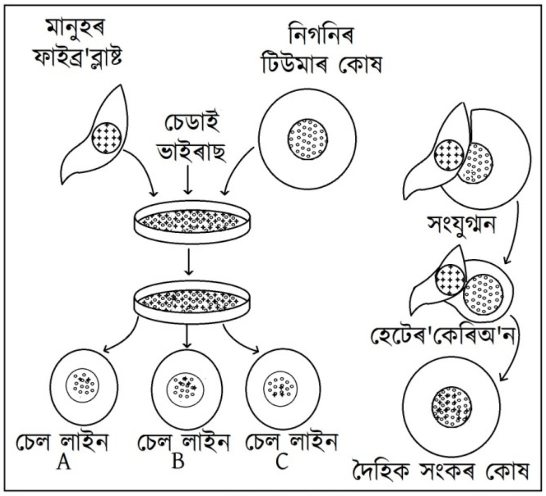
যেতিয়া প্ৰতিবন্ধক সম্পূৰ্ণ (1.0) হয়, তেতিয়া দুটা ক্ৰছিং অভাৰ পৰ্য্যবেক্ষিত নহয় আৰু সমসংঘটনৰ মান শূণ্য হয়। যেতিয়া প্ৰতিবন্ধকতা কমি আহে তেতিয়া সমসংঘটন বাঢ়ি যায়। সমসংঘটনৰ মান সাধাৰণতে 0 আৰু 1 ৰ মাজত বিচৰণ কৰে।

3.4. দৈহিক কোষৰ সংকৰণৰ দ্বাৰা জিনীয় নক্সাৰ প্ৰস্তুতকৰণ (Genetic Mapping by Somatic Cell Hybridization):

আমাৰ শৰীৰত দুই প্ৰকাৰৰ কোষ থাকে, যেনে – দৈহিক কোষ আৰু জননকোষ। দৈহিক কোষবোৰে নিষেচনত ভাগ নলয়, কিন্তু জননকোষবোৰে (শুক্ৰাণু আৰু ডিম্বাণু) নিষেচনত ভাগ লয়। কিন্তু দুটা বেলেগ বেলেগ প্ৰজাতিৰ দৈহিক কোষৰ মাজত সংকৰণ ঘটাব পাৰি। অৱশ্যে কামটো কিছু জটিল। ইয়াৰ দ্বাৰা আমি কোনটো জিন কোনডাল ক্ৰম’জমত থাকে সেয়া নিৰূপণ কৰিব পাৰি। ইয়াৰ পাছতে কোনবোৰ জিন একেডাল ক্ৰম’জমত থাকে সেয়া নিৰূপণ কৰিব পাৰো। সাধাৰণতে মানুহ আৰু নিগনি দৈহিক কোষৰ সংকৰণ ঘটায় জিনীয় নক্সা প্ৰস্তুত কৰা হয়।

দৈহিক কোষৰ সংকৰণ পদ্ধতি (Major Steps in Somatic Cell Hybridization):

মানুহ আৰু নিগনিৰ দৈহিক সংকৰণ ঘটাবলৈ মানুহৰ ফাইব্ৰব্লাষ্ট (Fibroblast) কোষ আৰু নিগনিৰ টিউমাৰ কোষ লোৱা হয়। এই দুইধৰণৰ কোষক HAT (Hypoxanthine Aminopterine Thymine) নামৰ মাধ্যমত ৰখা হয় আৰু অতি বেঙুনীয়া ৰশ্মিৰ দ্বাৰা নিষ্ক্ৰিয় কৰি ৰখা চেডাই ভাইৰাছ (Sedai virus) যোগ কৰা হয়। এই নিষ্ক্ৰিয় ভাইৰাছে দৈহিক কোষৰ সংযুক্তকৰণত সহায় কৰে। সকলোবোৰ ফাইব্ৰব্লাষ্ট কোষে নিগনিৰ টিউমাৰ কোষৰ লগত সংযুক্ত নহয়। এই দুইধৰণৰ কোষ সংযোগ হোৱাৰ সময়ত প্ৰথমতে কোষপ্ৰৰসীয় বস্তুবোৰ লগ লাগে, কিন্তু কোষকেন্দ্ৰ দুটা সংযুক্ত নহয়। এনে অৱস্থাত ইহঁতক হেটেৰ’কেৰিঅ’ন (Heterokaryon) বোলে। হেটেৰ’কেৰিঅ’নবোৰত লাহে লাহে কোষকেন্দ্ৰবোৰো সংযুক্ত হ’বলৈ ধৰে আৰু এনেদৰে এইবোৰ সংকৰ কোষলৈ (Hybrid cells) ৰূপান্তৰিত হয়। সংকৰ কোষবোৰত নিগনিৰ ক্ৰম’জমবোৰ থাকে আৰু সংকৰিত হোৱা মানুহৰ দুই এডাল ক্ৰম’জম থাকে আৰু মানুহৰ দৈহিক কোষৰ আন আন ক্ৰম’জমবোৰ ইয়াৰ পৰা নাইকিয়া হৈ যায়। গতিকে, বিভিন্নধৰণৰ সংকৰিত কোষৰ সৃষ্টি হয়, যেনে - ধৰাহ’ল মানুহৰ 1 নং ক্ৰম’জমযুক্ত, কিছুমান 2



চিত্ৰ: 3.11. **মানুহ আৰু নিগনিৰ দৈহিক কোষৰ সংকৰণ।**

নং আৰু 3 নং ক্ৰম’জমযুক্ত আৰু এনেদৰে মানুহৰ বেলেগ বেলেগ সংখ্যাৰ ক্ৰম’জমযুক্ত কিছুমান সংকৰ কোষৰ সৃষ্টি হয়। বেলেগ বেলেগ ক্ৰম’জমযুক্ত সংকৰবোৰে বেলেগ বেলেগ সংঘৰ (Colony) সৃষ্টি কৰে। এই সংঘবোৰক চেল লাইন বোলে, যেনে - চেল লাইন A (cell line A), চেল লাইন B, চেল লাইন C ইত্যাদি।

দৈহিক কোষত দুইধৰণে DNA সংশ্লেষণ হয়, যেনে – পুনৰবাৰ প্ৰক্ৰিয়া (De novo) আৰু নষ্টোদ্ধাৰ প্ৰক্ৰিয়া (Salvage pathway)। ডি-নভ’ প্ৰক্ৰিয়াৰ দ্বাৰা DNA ৰ সংশ্লেষণ বন্ধ কৰিবলৈ ইতিমধ্যে প্ৰয়োগ কৰা মাধ্যমত এমিনপ্টেৰিন (Aminopterine) নামৰ এবিধ ৰাসায়নিক পদাৰ্থ থাকে। এই ৰসায়নবিধৰ কাৰণে ডি-নভ’ প্ৰক্ৰিয়াৰে DNA সংশ্লেষণ হ’ব নোৱাৰে। আকৌ নষ্টোদ্ধাৰ গতিপথত দুইধৰণৰ অগ্ৰদূত বা পূৰ্বৰূপ (Precursor) থাকে। এই দুই প্ৰকাৰৰ পূৰ্বৰূপৰ পৰা DNA সংশ্লেষণ হয়। পূৰ্বৰূপৰ সংশ্লেষণৰ বাবে দুইধৰণৰ উৎসেচক থাকে, যেনে – থাইমিডিন কাইনেজ (Thymidine kinase/TK) আৰু হাইপ’জেনথাইন-গুৱানিন ফছফ’ৰাইব’চিল ট্ৰেন্সফেৰেজ (Hypoxanthine-guanine phosphoribosyl transferase/HGPRT)।

থাইমমিন $\xrightarrow{\text{TK}}$ থাইমিডিন এচিড (DNA ৰ পূৰ্বৰূপ)

হাইপ’জেনথাইন $\xrightarrow{\text{HGPRT}}$ ইনচিনিক এচিড (DNA ৰ পূৰ্বৰূপ)

নিগনিৰ চেল লাইনত অপ্ৰভাৱী tk^- ৰ সমযুগ্মীয় এলিল্ (tk^-tk^-) আৰু প্ৰভাৱী hgprt+ ৰ সমযুগ্মীয় এলিল ($hgprt^+hgprt^+$) থাকে। আকৌ মানুহৰ ক্ষেত্ৰত প্ৰভাৱী tk^+ ৰ সমযুগ্মীয় এলিল্ (tk^+tk^+) আৰু অপ্ৰভাৱী $hgprt^-$ ৰ সমযুগ্মীয় এলিল ($hgprt^-hgprt^-$) থাকে। মানুহৰ প্ৰভাৱী জিন tk+ আৰু নিগনিৰ প্ৰভাৱী জিন hgprt+ ৰ কাৰণে সংকৰবোৰত DNA ৰ দুয়োবিধ পূৰ্বৰূপৰ পৰা DNA সংশ্লেষণ হয়। DNA ৰ সংশ্লেষণ হয় কাৰণে এইবোৰ সংকৰৰ কোষবিভাজনত নতুন নতুন কোষৰ সৃষ্টি হয়।

		সংকৰৰ চেল লাইন				
		A	**B**	**C**	**D**	**E**
মানুহৰ জিন	1	+	-	-	+	-
	2	-	+	-	+	-
	3	+	-	-	+	-
	4	-	+	+	-	-
	5	+	+	+	-	-
মানুহৰ ক্ৰম’জম	1	-	+	-	+	-
	2	+	-	-	+	-
	3	-	-	-	+	+

এতিয়া প্ৰশ্ন হ'ল এডাল ক্ৰমজমত কি কি জিন আছে তাক আমি কেনেকৈ নিৰ্ণয় কৰিম? ধৰাহ'ল A চেল লাইনত মানুহৰ 1 নং ক্ৰম'জম আছে, B চেল লাইনত 2, 3 আৰু 4 নং ক্ৰম'জম আছে, C চেল লাইনত 1 আৰু 3 নং ক্ৰম'জম আছে আৰু D চেল লাইনত 19 আৰু 1 নং ক্ৰম'জম আছে। তলত এখন তালিকা দিয়া আছে আৰু ইয়াত কোনটো জিন কোন ক্ৰম'জমত আছে সেয়া উল্লেখ আছে। তালিকাক 5 টা দিয়া আছে আৰু ক্ৰম'জম তিনিডাল (1, 2 আৰু 3 নং) দিয়া আছে। তালিকাত দেখা গৈছে যে A চেল লাইনত 1 নং জিন আছে আৰু এই একে চেল লাইনত 3 নং আৰু 5 নং জিনো আছে। এই চেল লাইনত মাত্ৰ 2 নং ক্ৰম'জমডালহে আছে। 2 নং ক্ৰমজমত (জিন নং 1, 3, 5) ইয়াৰে কোনো এটা জিন থাকিব পাৰে, গতিকে আমি ইয়াক পৰীক্ষা কৰিব লাগিব যে 2 নং ক্ৰম'জমডাল আৰু কোনটো চেল লাইনত আছে। দেখা গ'ল যে 2 নং ক্ৰম'জমডাল D চেল লাইনত আছে। এই লাইনত 3 নং জিন আৰু জিন নং 1 টোও আছে, কিন্তু জিন নং 5 ইয়াত নাই। যিহেতু ক্ৰম'জম নং 2 ৰ দুটা চেল লাইনত 1 আৰু 2 নং জিন আছে, গতিকে 2 আৰু 1 নং জিন দুটা 2 নং ক্ৰম'জমত আছে। এনেদৰে, বিভিন্ন চেললাইন পৰীক্ষা কৰি কোনোবোৰ জিন একো একোডাল ক্ৰম'জমত সহলগ্ন হৈ আছে তাক প্ৰমাণ কৰিব পাৰি।

আদৰ্শ প্ৰশ্নাৱলী

A. অতি চমু উত্তৰৰ প্ৰশ্ন:

1. মানুহৰ ক্ষেত্ৰত দেখা পোৱা এটি সহ-প্ৰভাৱিতাৰ উদাহৰণ দিয়া।
2. মিঅ'ছিছ কোষ বিভাজনৰ আদ্যস্তৰ-1 ৰ কোনটো দশাত জিন বিনিময় হয়?
3. কোনজন বিজ্ঞানীয়ে প্ৰথমতে ক্ৰম'জমৰ জিনীয় নক্সা প্ৰস্তুত কৰি উলিয়াইছিল?
4. মেণ্ডেলীয় দ্বিসংকৰৰ প্ৰামাণ্য সংগমৰ অনুপাতটো কি?
5. মিঠা মটৰমাহৰ বৈজ্ঞানিক নাম কি?
6. মিঠা মটৰমাহৰ দ্বিসংকৰৰ প্ৰমাণী সংগমৰ আনুপাতটো কি?
7. সমযুগ্মীয় ক্ৰম'জমৰ অভগ্নি ক্ৰমেটিড দুডালে কটা-কটি কৰাৰ ফলত সৃষ্টি হোৱা পূৰণ চিনৰ দৰে চিহ্নটোৰ নাম কি?
8. মানুহ আৰু নিগনিৰ দৈহিক কোষৰ সংকৰণ ঘটাবলৈ মানুহৰ কি কোষ ব্যৱহাৰ কৰা হয়?
9. নিগনি আৰু মানুহৰ দৈহিক সংকৰণত কি মাধ্যম ব্যৱহাৰ কৰা হয়?
10. কোনে কিমান চনত প্ৰথমতে ক্ৰম'জমবোৰেই বংশগতিৰ একক আৰু জিনৰ বাহক বুলি মতামত আগবঢ়াইছিল?

উত্তৰ: (1). ৰক্তদল (2). পেকিটিন (3). ষ্টুৰটেভেণ্টে (4). *Lathyrus odoratus* (5). 1:1:1:1 (6). 7:1:1:7 (7) কায়েজ্মা (8). ফাইব্ৰ'ব্লাষ্ট (9). Hypoxanthine Aminopterine Thymine/HAT (10). 1903 চনত ছাটন নামৰ বিজ্ঞানীজনে।

B. চমু উত্তৰৰ প্ৰশ্ন:

1. সহলগ্নতা বুলিলে কি বুজা?
2. পাৰংগতিৰ সংজ্ঞা দিয়া।
3. ক্ৰমজমীয় বা জিনীয় নক্সা বুলিলে কি বুজা?
4. চাইনাপ্চিছ্ মানে কি?
5. জিনীয় নক্সাৰ ওপৰত প্ৰভাৱ পেলোৱা প্ৰতিবন্ধকতাৰ বিষয়ে বৰ্ণনা কৰা।
6. দৈহিক সংকৰণত কিয় নিষ্ক্ৰিয় চেডাই ভাইৰাছ ব্যৱহাৰ কৰা হয়?
7. সহলগ্নতাৰ ক্ৰম'জম মতবাদৰ বৈশিষ্ট্যসমূহ উল্লেখ কৰা।

C. পাৰ্থক্য লিখা:

1. সম্পূৰ্ণ সহলগ্নতা আৰু অসম্পূৰ্ণ সহলগ্নতা
2. সহলগ্নতা আৰু পাৰংগতি
3. সহলগ্নতা আৰু মেণ্ডেলীয় স্বতন্ত্ৰ বিন্যাস

D. ৰচনাধৰ্মী উত্তৰৰ প্ৰশ্ন:

1. বেট্চন আৰু পানেটৰ যুগ্মন আৰু বিকৰ্ষণৰ প্ৰকল্প চিত্ৰসহ বৰ্ণনা কৰা।
2. সহলগ্নতা বুলিলে কি বুজা? চিত্ৰৰ সহায়ত সহলগ্নতাৰ ব্যাখ্যা কৰা আৰু সহলগ্নতাৰ গুৰুত্ব উল্লেখ কৰা।
3. পাৰংগতি কাক বুলিলে কি বুজা? পাৰংগতিৰ কাৰ্য্যপদ্ধতি চিত্ৰসহ বৰ্ণনা কৰা।
4. দুটা নিৰ্দিষ্ট বিন্দুৰ প্ৰমাণী সংগমৰ দ্বাৰা ক্ৰম'জমৰ জিনীয় নক্সা কেনেকৈ অঙ্কন কৰা হয় বুজাই লিখা।
5. দৈহিক কোষৰ সংকৰণৰ দ্বাৰা কেনেকৈ জিনীয় নক্সা প্ৰস্তুত কৰা হয় বৰ্ণনা কৰা।